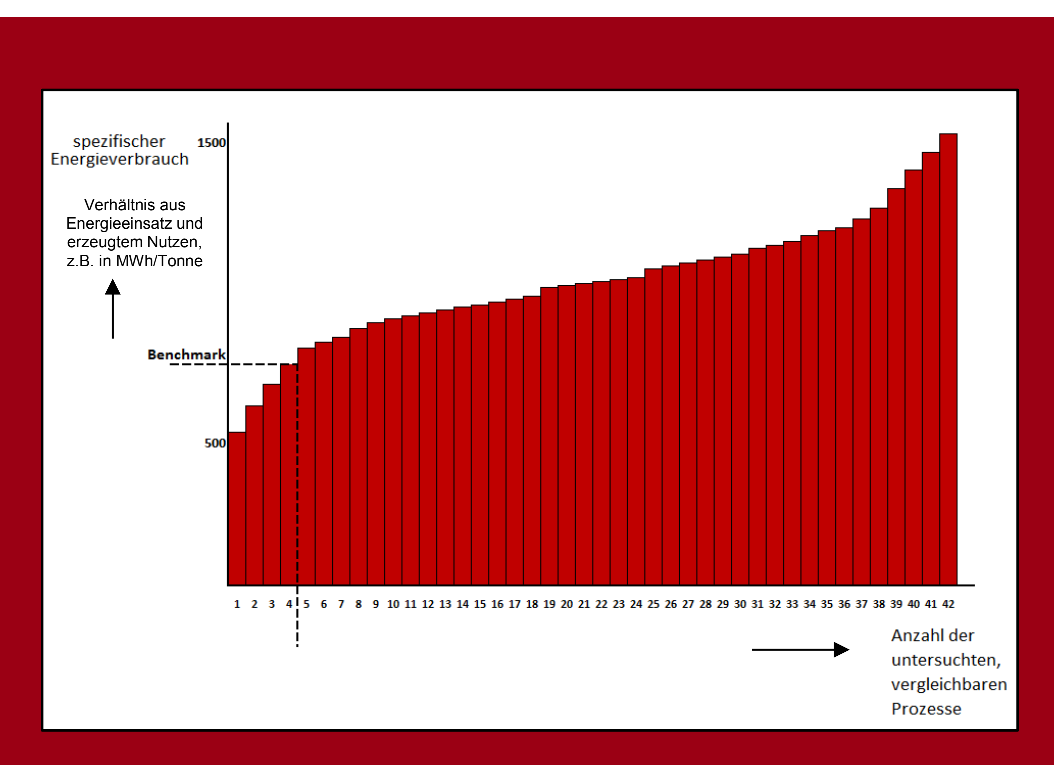






Energieeffizienz-Benchmarking

Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Energieeffizienz-Benchmarkingsystemen nach EN 16231

Georg Ratjen, adelphi; Petra Lackner, Österreichische Energieagentur;
Walter Kahlenborn, adelphi; Julia Gsellmann, Österreichische Energieagentur

FKZ-Nr. 371197112

Endbericht

Energieeffizienz-Benchmarking

Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Energieeffizienz-Benchmarkingsystemen nach EN 16231

Georg Ratjen, adelphi; Petra Lackner, Österreichische Energieagentur;

Walter Kahlenborn, adelphi; Julia Gsellmann; Österreichische Energieagentur

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Abbildungen: Titel Beispiel einer Benchmarking-Kurve

Innenteil: S. 72

Stand: August 2013

adelphi

adelphi ist eine der führenden Institutionen für Politikanalyse und Strategieberatung. Wir sind Ideengeber und Dienstleister für Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zu globalen umwelt- und entwicklungspolitischen Herausforderungen. Unsere Projekte tragen zur Sicherung natürlicher Lebensgrundlagen bei und fördern nachhaltiges Wirtschaften. Zu unseren Auftraggebern zählen internationale Organisationen, Regierungen, öffentliche Einrichtungen, Unternehmen und Verbände.

Wir verknüpfen wissenschaftliche und technische Expertise mit analytischer und strategischer Kompetenz, Anwendungsorientierung und konstruktiver Problemlösung. Unser integrativer Ansatz verbindet Forschung, Beratung und Dialog in sechs Themenfeldern. Internationale und interdisziplinäre Projektteams gestalten weltweit in unterschiedlichen Kulturen und Sprachen eine gemeinsame Zukunft.

In zehn Jahren hat adelphi über 500 Projekte für 100 Auftraggeber konzipiert und umgesetzt und wichtige umwelt- und entwicklungspolitische Vorhaben fachlich und strategisch begleitet. Nachhaltigkeit ist Grundlage und Leitmotiv unseres Handelns nach außen und innen. Deshalb haben wir ein validiertes Umweltmanagementsystem eingeführt und stellen sämtliche Aktivitäten klimaneutral.

---

adelphi
Caspar-Theyß-Strasse 14a
14193 Berlin
T +49 (0)30-89 000 68-0
F +49 (0)30-89 000 68-10
office@adelphi.de
www.adelphi.de

Österreichische Energieagentur

Die **Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency** ist das nationale Kompetenzzentrum für Energie in Österreich. Neue Technologien, Erneuerbare Energie und Energieeffizienz sind die thematischen Schwerpunkte unserer wissenschaftlichen Tätigkeit. Die Ziele dieser Arbeit für die öffentliche Hand und die Wirtschaft sind die nachhaltige Erzeugung und Nutzung von Energie sowie eine sichere Energieversorgung. Als unabhängiger Think Tank managen wir Wissen und erarbeiten Entscheidungsgrundlagen und Umsetzungsvorschläge zu energierelevanten Themen.

Zu den über 40 Mitgliedern der Österreichischen Energieagentur zählen die Republik Österreich, vertreten durch die Bundesministerien, die Bundesländer, bedeutende Unternehmen der Energiewirtschaft und Energietechnik, Interessensverbände sowie wissenschaftliche Organisationen. Eine breite und ausgewogene Mitgliederstruktur ist Grundlage für die Unabhängigkeit der Österreichischen Energieagentur.

Österreichische Energieagentur
Austrian Energy Agency
Mariahilfer Straße 136
1150 Wien
Österreich
Tel.: +43 (0)1-586 15 24 - 0
Fax: +43 (0)1-586 15 24 - 340
E-Mail: office@energyagency.at
www.energyagency.at

Berichtskennblatt

Berichtsnummer	UBA-FB I 2.4, Energieeffizienz
Titel des Berichts	Energieeffizienz-Benchmarking Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Energieeffizienz-Benchmarkingsystemen nach EN 16231
Autor(en) (Name, Vorname)	Ratjen, Georg Lackner, Petra Kahlenborn, Walter Gsellmann, Julia
Durchführende Institution(en) (Name, Anschrift)	adelphi, Caspar-Theyss-Straße 14a, 14193 Berlin Austrian Energy Agency, Mariahilfer Straße 136, 1150 Wien
Fördernde Institution	Umweltbundesamt, Postfach 14 06, 06813 Dessau-Roßlau
Abschlussdatum	30. August 2013
Forschungskennzahl (FKZ)	371197112
Seitenzahl des Berichts	290
Zusätzliche Angaben	Die Ergebnisse des Fachgesprächs „Perspektivien für Energieeffizienzbenchmarking“ sind im Endbericht enthalten
Schlagwörter	Energieeffizienz Benchmarking EN 16231 Energieaudit EN 16247 Energiemanagement ISO 50001

Report Cover Sheet

Report No.	UBA-FB I 2.4, Energieeffizienz
Report Title	Energy Efficiency Benchmarking Methodological foundations for the development of energy efficiency benchmarking systems pursuant to EN 16231
Author(s) (Family Name, First Name)	Ratjen, Georg Lackner, Petra Kahlenborn, Walter Gsellmann, Julia
Performing Organisation (Name, Address)	adelphi, Caspar-Theyss-Straße 14a, 14193 Berlin Austrian Energy Agency, Mariahilfer Straße 136, 1150 Wien
Funding Agency	Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency), Postfach 14 06, 06813 Dessau-Roßlau
Report Date	30 August 2013
Project No.(FKZ)	371197112
No. of Pages	290
Supplementary Notes	The results of the expert discussion “Perspectives for Energy Efficiency Benchmarking“ are included in the final report.
Keywords	Energy Efficieny Benchmarking EN 16231 Energy Audits EN 16247 Energy Management ISO 50001

Kurzbeschreibung

Eines der wesentlichen Hemmnisse zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen ist der hohe Aufwand, der mit der Identifikation der Einsparpotentiale verbunden ist. Energieeffizienz-Benchmarking bietet eine Einschätzungsmöglichkeit der Energieeffizienz, indem es den spezifischen Energiebedarf vergleichbarer Prozesse bis hin zu gesamten Produktionsprozessen vergleicht.

Die Studie soll die methodischen Grundlagen für den Aufbau onlinebasierter Energieeffizienz-Benchmarkingsysteme legen und dabei insbesondere die wesentlichen Herausforderungen verdeutlichen. Es werden die Erfolgsfaktoren für Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231 dargestellt und mit Empfehlungen hinterlegt, im Anschluss wird die Bedeutung von Energieeffizienz-Benchmarking für das betriebliche Energiemanagement veranschaulicht. Ferner werden die zentralen Herausforderungen, die im Rahmen der exemplarischen Entwicklung von Benchmarking-Systemen für 10 Technologiebereiche und auf Basis der betrachteten Benchmarkings für Produktionsprozesse in 30 Industrie- und Gewerbebranchen für Energieeffizienz-Benchmarking ermittelt wurden, erläutert. Darauf aufbauend wird auf die Potentiale für zukünftige Benchmarking-Systeme eingegangen. Unter Einbeziehung der Energieeffizienzrichtlinie werden konkrete Handlungsoptionen aufgezeigt.

Abstract

One of the main obstacles for the implementation of energy efficiency measures is the great effort the identification of potential savings involves. Energy efficiency benchmarking provides a way to assess the energy efficiency by comparing the specific energy demand of comparable processes as well as entire production processes.

The study intends to establish a methodological framework for the creation of online-based energy efficiency benchmarking systems and thereby especially focus on the key challenges. The success factors for energy efficiency benchmarking pursuant to EN 16231 are illustrated and supplemented by recommendations. Subsequently the importance of energy efficiency benchmarking for operational energy management is illustrated. Furthermore, the key challenges for energy efficiency benchmarking that were identified in the context of the exemplary development of benchmarking systems for 10 technology areas and on the basis of the considered benchmarking for production processes in 30 industrial and commercial sectors are discussed. On this basis, the potentials of future benchmarking systems are taken into consideration. In view of the energy efficiency directive, concrete recommendations are illustrated.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

AEA	Austrian Energy Agency
BESS	Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs
BHKW	Blockheizkraftwerk
BM-System	Benchmark-System
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Straßenentwicklung
BVT	Beste verfügbare Technologie
CPA	Classification of Products by Activity
DEHOGA	Deutscher Hotel- und Gaststättenverband
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DWD	Deutscher Wetterdienst
EPI	Energy Performance Indicator
ErP	Energierelevante Produkte
ExBESS	Nachfolgeprojekt des BESS
FfE	Forschungsstelle für Energiewirtschaft
FMS	Formular-Management-System
Geb.Breite	Charakteristische Gebäudebreite: die kürzere Gebäudeseite
Geb.Länge	Charakteristische Gebäudelänge: die längere Gebäudeseite
GUID	Individueller Identifikationsschlüssel
HGT	Heizgradtage
HW	Heizwert
IPMVP	International Performance Measurement and Verification Protocol
IQR	Interquartilsabstand
IWR	Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien
KGT	Kühlgradtage
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KPC	Kommunalkredit Public Consulting
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LEEN	Lernende Energieeffizienz Netzwerke
PF	Primärenergiefaktoren
PRODCOM	Production Communautaire (europ. Produktionsstatistik)
SMEs	Small and medium-sized enterprises
UAG	Umweltauditgesetz
VET	Verified Emission Table

1 Zusammenfassung

Energieeffizienzmaßnahmen stellen häufig sehr rentable Investitionen dar, dennoch werden sie nur zögerlich umgesetzt. Eines der wesentlichen Hemmnisse ist der hohe Aufwand, der mit der Identifikation der Einsparpotentiale in Unternehmen verbunden ist. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) tun sich schwer, energetische Mängel bei Anlagentechnik und Gebäuden aufzudecken. Um beurteilen zu können, ob Anlagen oder Gesamtorganisationen energieeffizient arbeiten, werden Referenzwerte benötigt. Ohne die Möglichkeit zum gegenseitigen Vergleich können Unternehmen keine Aussage treffen, ob sie vergleichsweise energieeffizient oder vergleichsweise wenig energieeffizient wirtschaften. Energieeffizienz-Benchmarking bietet eine Einschätzungsmöglichkeit der Energieeffizienz, indem es den spezifischen Energiebedarf vergleichbarer Prozesse bis hin zu gesamten Produktionsprozessen vergleicht.

Die Studie „Energieeffizienz-Benchmarking: Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Energieeffizienz-Benchmarkingsystemen nach EN 16231“ soll die methodischen Grundlagen für den Aufbau onlinebasierter Energieeffizienz-Benchmarkingsysteme legen und dabei insbesondere die wesentlichen Herausforderungen verdeutlichen. Der Kurzbericht fasst die Ergebnisse der Studie zusammen. Zunächst werden die Erfolgsfaktoren für Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231 visualisiert dargestellt und mit Empfehlungen hinterlegt. Die Bedeutung von Energieeffizienz-Benchmarking für das betriebliche Energiemanagement wird in einem separaten Kapitel veranschaulicht. Im Anschluss werden die zentralen Herausforderungen, die im Rahmen der exemplarischen Entwicklung von Benchmarking-Systemen für 10 Technologiebereiche und auf Basis der betrachteten Benchmarkings für Produktionsprozesse in 30 Industrie- und Gewerbebranchen für Energieeffizienz-Benchmarking ermittelt wurden, übergreifend erläutert. Darauf aufbauend wird auf die Potentiale für zukünftige Benchmarking-Systeme eingegangen. Die konkreten Handlungsempfehlungen, die im Endbericht ausführlich erläutert sind, werden zusammengefasst dargestellt.

1.1 Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231: ein Vorgehensplan in 10 Schritten

Mit der Benchmarking-Norm EN 16231 steht erstmals ein allgemeingültiger und einheitlicher Anforderungskatalog an die Erhebung und Auswertung betrieblicher Energiedaten im Sinne von Energieeffizienz-Benchmarking zur Verfügung. Die Anforderungen der Norm wurden in zehn Schritte strukturiert, die insgesamt einen ersten Vorgehensplan für die praktische Umsetzung bilden. Anhand der Normanforderungen werden bereits erfolgte Benchmarkingvorhaben und Studien aus angrenzenden Themenfeldern näher betrachtet. Am Ende eines jeden Schrittes werden Handlungsempfehlungen gegeben.

In der Kurzversion der Studie wird auf eine genaue Erläuterung der Norm-Anforderungen sowie der betrachteten Vorhaben und Studien verzichtet. Stattdessen werden die Anforderungen visualisiert dargestellt und im Anschluss einige ergänzende Empfehlungen gegeben.

1.1.1 Anforderungen der EN 16231

Erfolgsfaktoren für Energieeffizienz-Benchmarking auf Basis der EN 16231

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

1.1.2 Ergänzende Empfehlungen

Ergänzende Empfehlungen zur Zielsetzung und Planung

Zu Beginn eines Benchmarking-Projekts sollten sich die Initiatoren die Zielsetzung genau verdeutlichen: Hängen vom Abschneiden im Benchmarking für die Beteiligten direkte geldwerte Vorteile ab, sind die Anforderungen an die Aussagekraft höher als bei Benchmarking-Systemen, die einer ersten Selbsteinschätzung dienen. Je aussagekräftiger und exakter die Ergebnisse sein sollen, desto höher ist der Aufwand der Datenerfassung, der Benchmarking-Koordination und desto höher sind die notwendigen Mittel, die für das Vorhaben zur Verfügung gestellt werden müssen. Die Projektplanung sollte sich an den Anforderungen des Benchmarking ausrichten. Es muss von Anfang an klar sein, was genau das Benchmarking für die Nutzer leisten soll – und was zu leisten es nicht in der Lage sein kann. Unabhängig von der Komplexität des Benchmarkingsystems sollte immer ein Koordinator benannt werden. Er ist der „Kümmerer“ des Benchmarking, der in Kontakt mit den Beteiligten steht und für die ordnungsgemäße Durchführung des Vorhabens sorgt. Damit er seine Aufgaben erfüllen kann, sollte er mit den Prozessen, die im Benchmarking verglichen werden sollen, eingehend vertraut sein.

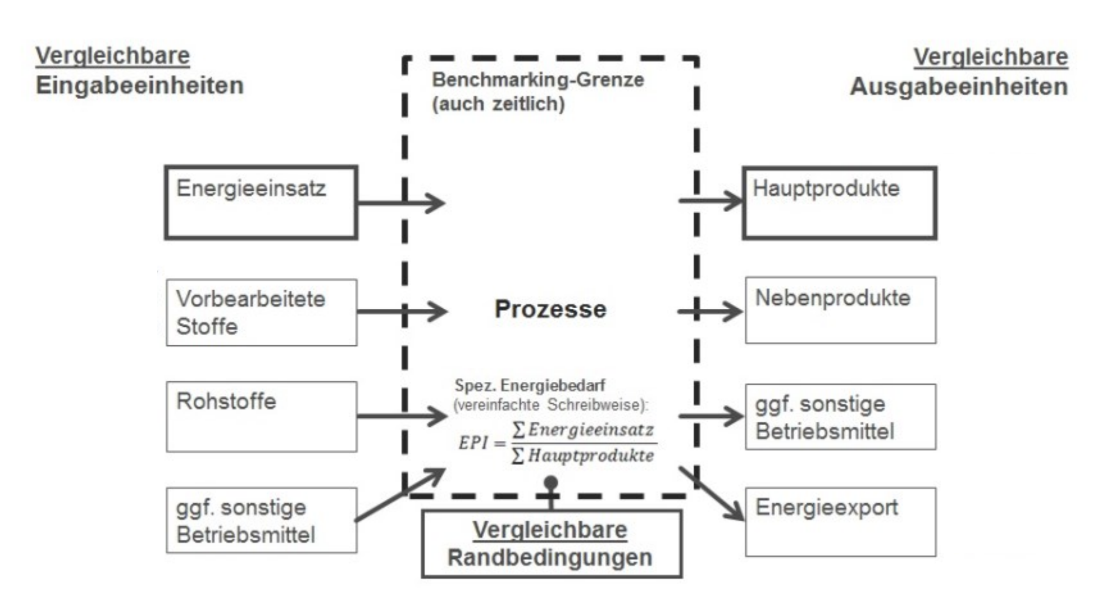
Ergänzende Empfehlungen zur Zusammensetzung der Vergleichsgruppen

Um eine repräsentative Menge an Betrieben im Benchmarking-System einzubeziehen, sollte die Zielgruppe bereits im Vorfeld analysiert werden:

- Können homogene Gruppen gebildet werden? (nach Erzeugnissen, Fertigungstiefe etc.)
- Wenn ja, wie viele Prozesse wären in einer homogenen Gruppe vertreten? Genügt die Anzahl, um Anonymität zu gewährleisten und gültige Ergebnisse zu liefern?
- Sind potentielle Beteiligte bereit, sensible Daten an einen Koordinator weiterzugeben?
- Wie kann diese Gruppe überzeugt werden, beim Benchmarking mitzumachen?
- Wie können Pilotbetriebe gewonnen werden, die ihre Daten für die Erhebung der Benchmarks zur Verfügung stellen und als erste in das System eingespeichert werden?
- Welche Finanzierungsmöglichkeiten bestehen für das Benchmarking?

Die Anforderungen an die Homogenität der zu bildenden Vergleichsgruppe können je nach Ausrichtung des Benchmarking unterschiedlich sein. Je nachdem, welches Ziel verfolgt und welche Aussagekraft angestrebt wird, sind die Anforderungen höher oder niedriger. Zusätzlich zur Gewährleistung einer angemessenen Homogenität ist es wichtig, die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Benchmarking offen an die Teilnehmer zu kommunizieren.

Ergänzende Empfehlungen zur Benchmarking-Grenze



Benchmarking-Grenze mit Eingabe,- Ausgabeeinheiten und Randbedingungen

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Die Festlegung und genaue Definition der Benchmarking-Grenze ist der wichtigste Schritt, um die Vergleichbarkeit im Benchmarking zu gewährleisten. Dabei ist hervorzuheben, dass sich Benchmarking nicht auf die einzelne Anlagen oder die Organisation bezieht, sondern auf die Prozesse, die innerhalb von Anlagen oder Organisationen ausgeführt werden.

Entscheidend für die Festlegung der Benchmarking-Grenze ist somit die Vergleichbarkeit der Eingabe- und Ausgabeeinheiten des Prozesses sowie der Randbedingungen, die auf den Prozess einwirken. Die Benchmarking-Grenze kann sowohl einzelne Prozesse auf Ebene der Anlagentechnik als auch Prozessketten bis hin zum gesamten Produktionsprozess in

Organisationen umfassen. Die erforderliche Genauigkeit der Benchmarking-Grenze ist direkt abhängig von der Zielsetzung und angestrebten Aussagekraft des Benchmarking.

Wird eine hohe Genauigkeit verlangt, so sind die Benchmarking-Grenzen entsprechend eng und eindeutig festzulegen (maximale Vergleichbarkeit in Eingabeeinheiten, Ausgabeeinheiten und Randbedingungen). Dient das Benchmarking nur einer groben ersten Einschätzung, so sind auch die Anforderungen an die Vergleichbarkeit geringer und die Benchmarking-Grenzen können ggf. weicher gefasst werden und größere Unterschiede zugelassen werden. Dies muss klar und transparent kommuniziert werden. Eine wichtige Vergleichsdimension bezieht sich auf den Ort der Produktion. Führt ein Betrieb alle Produktionsschritte am eigenen Produktionsstandort durch, fällt der gesamte Energiev-erbrauch an diesem Standort an. Ein anderer Betrieb bezieht Halbfertigprodukte, um diese zum Endprodukt zu verarbeiten. Wird die Benchmarking Kennzahl in diesem Fall als „Energieeinsatz pro produzierter Menge“ definiert, so wird der Betrieb mit dem Halbfertigprodukt einen geringeren spezifischen Energieverbrauch aufweisen als der Betrieb, der alle Produktionsstufen am eigenen Standort durchführt.

Ergänzende Empfehlungen zu Korrekturfaktoren

Korrekturfaktoren sind zu vermeiden. Im Idealfall kommt Benchmarking bei einer sehr differenzierten Wahl der Benchmarking-Grenzen komplett ohne Korrekturfaktoren aus. In der Praxis wird es aber nie möglich sein, eine exakte Einhaltung der definierten Benchmarking-Grenze durch alle Benchmarking-Teilnehmer zu gewährleisten (gleicher Anteil der Nebenprodukte am Energieverbrauch, gleiche Fertigungstiefe etc.). Diese Unschärfen können entweder akzeptiert oder korrigiert werden. Die Entwicklung fundierter Korrekturfaktoren ist vor allem eine Frage der zur Verfügung stehenden Finanzmittel, denn die messtechnische Untersuchung bzw. die exakten physikalischen Herleitungen der Auswirkungen aller Besonderheiten auf den spezifischen Energieverbrauch, sind mit hohem Aufwand verbunden. Bei der Festlegung von Korrekturfaktoren besteht die Gefahr, dass Bereiche oder Methoden, in denen oder durch die Energieeinsparungen erzielt werden, ausgeblendet werden. Z. B. muss man sich fragen, ob die Produktion bestimmter Güter an Orten, wo nur vergleichsweise schlechte Rohstoffe verfügbar sind (z. B. Reinheitsgrad von Erdgas), sinnvoll ist, oder ob in Anlagen, die viel auf Teillast arbeiten, durch Prozessoptimierungen nicht doch eine Produktion bei höherer Auslastung möglich wäre. Werden solche Bedingungen herausgerechnet, so sieht man Dinge als unveränderlich an, die ggf. gar nicht unveränderlich sind. In diesem Zusammenhang wird ein Vorgehen wie im BESS-Projekt empfohlen. Hier können die Nutzer selbst wählen, ob die entwickelten Korrekturfaktoren bei der Auswertung berücksichtigt werden oder ob die Ergebnisse ohne Korrektur ausgewiesen werden. Die Korrekturfaktoren müssen regelmäßig aktualisiert werden, da die Einflussbedingungen nicht statisch sind, sondern sich über die Zeit verändern können. Wenn nicht genügend Finanzmittel zur Verfügung stehen, um Korrekturfaktoren fundiert und immer wieder neu zu berechnen, sollten keine Korrekturfaktoren ausgewiesen werden. In solchen Fällen ist die Alternative, die Unschärfen zu akzeptieren und die Nutzer des Benchmarking klar darauf hinzuweisen.

Ergänzende Empfehlungen zur Vergleichskennzahl

Der spezifische Energieverbrauch hat sich in Theorie und Praxis als Messgröße der Energieeffizienz durchgesetzt und wird auch von der EN 16231 als Energy Performance Indicator gefordert. Alle betrachteten Projekte ermöglichen die Entwicklung einer Energiekennzahl, die den Energieverbrauch pro Erzeugnis ausdrückt. Als Energy Performance Indicator (EPI) für Benchmarking ergibt sich:

$$EPI\ (vereinfachte\ Schreibweise) = \frac{\sum Energieeinsatz\ (Primär-, End-, oder\ Nutzenergie)}{\sum Hauptprodukte\ (Produkte, Dienstleistungen\ oder\ Nutzenergie)}$$

Die Hauptprodukte allein beschreiben noch nicht den Nutzen eines Prozesses. Wie bereits angeführt, sind dessen Eingabeeinheiten ebenso bedeutend, daher sollten zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit im Benchmarking auch die Eingabeeinheiten, bei denen der Prozess startet, durch die Benchmarking-Grenzen genau definiert werden. Auch sollte auf Unterschiede bei den Nebenprodukten geachtet werden. Sollen Korrekturfaktoren einbezogen werden, sollten sie so gestaltet werden, dass sie als zusätzlicher Faktor mit in den EPI eingehen.

Ergänzende Empfehlungen zur Datenaufnahme

Bei der Entwicklung von Formaten zur Datenerfassung sollte besonderer Wert auf die Nutzerfreundlichkeit gelegt werden. Es sollte zwischen dem Wunsch eine möglichst umfassende Erhebung zu machen, und damit auch exaktere Aussagen treffen zu können, und der Gefahr, Nutzer durch die Fülle von Eingabemöglichkeiten abzuschrecken, abgewogen werden. Dies gilt ebenso für die Abfrage sensibler Daten (Umsatz, Gesamt- und Energiekosten etc.). In der Praxis hat sich gezeigt, dass Unternehmer diese Zahlen im Allgemeinen nicht gerne teilen und im Speziellen nicht online. Daher sollte generell auf die Abfrage sensibler Daten wie Umsatz, Gewinn, Gesamtkosten, Energiekosten verzichtet werden. Der Umfang der Datenabfrage kann auf folgenden Punkt gebracht werden: „so viel wie nötig und so wenig wie möglich“. Es wird empfohlen, die Verbrauchswerte bzgl. der Energieträger so abzufragen, wie sie den Nutzern des Benchmarking zur Verfügung stehen. Erdgas wird ggf. nicht in kWh auf der Energierechnung ausgewiesen, sondern in m^3. Wird Holz als Energieträger eingesetzt, so wird die Menge üblicherweise in Raummeter berechnet.

Ergänzende Empfehlungen zur Qualitätssicherung

Die Plausibilitätsprüfung und Verlässlichkeitsprüfung ist ein wichtiger Bestandteil eines Benchmarkings, um frühzeitig Fehler aufzuspüren. Umfang und Genauigkeit der Prüfung sind dabei stark von dem zur Verfügung stehenden Budget abhängig. Für schlanke Systeme, die direkt nach der Eingabe ein Ergebnis ausweisen sollen, ist nur eine automatisierte Schnell-Prüfung möglich, in der die Grenzwerte des „Möglichen“ definiert werden.

Wenn fehlerhafte Daten verlässlich ausgeschlossen werden sollen, genügt eine automatisierte Prüfung nicht. Die Datenerhebung sollte sich dann an Mindeststandards wie beispielsweise die „Monitoring & Verification Vorgangsweise im Rahmen der ISO 50001“ oder an die Kriterien der EN 16247 „Energieaudits“ halten. Unabhängige Energie-Auditoren müssen die eingegebenen Daten im Zuge von regelmäßig durchgeführten Energie-Audits überprüfen. Bestehende Systeme wie sie etwa in Deutschland im Zusammenhang mit verpflichtendem Energiemanagement für Betriebe angedacht sind (oder existieren), sollten genutzt werden.

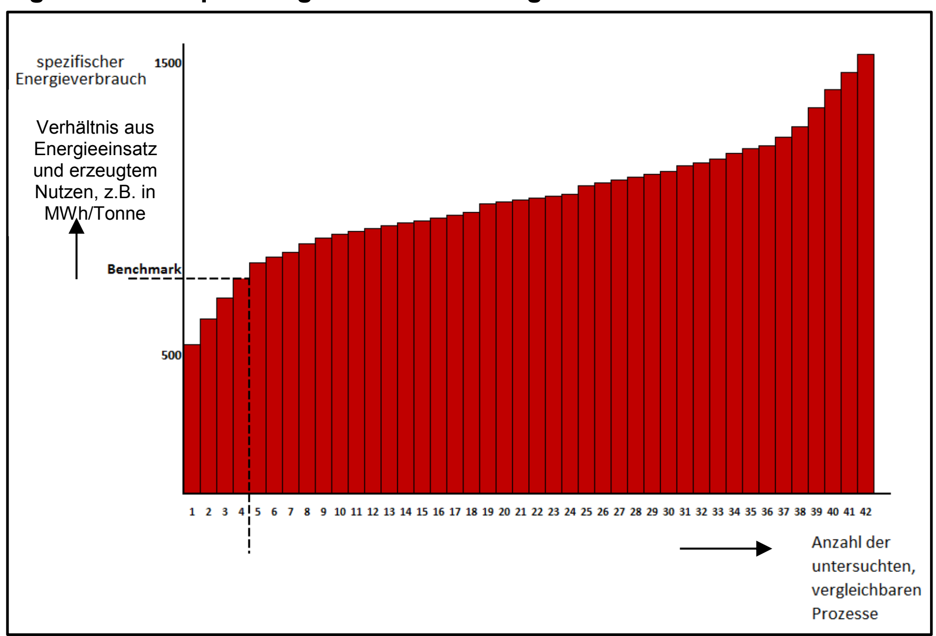
Wenn von den Benchmarking-Ergebnissen konkrete Wettbewerbsfaktoren abhängen (wie beim Benchmarking im Emissionshandel in Form der Zuteilungsmenge an kostenlosen Zertifikaten), so ist allerhöchste Verlässlichkeit gefordert. In einem solchen Fall sollte die Überprüfung durch zertifizierte Gutachter erfolgen.

Ergänzende Empfehlungen zum Datenschutz

Der Koordinator muss aufgrund seiner fachlichen Kompetenzen und seiner Unbefangenheit vertrauenswürdig sein und von der Zielgruppe als vertrauenswürdig wahrgenommen werden. Alle Nutzer des Benchmarking sollen sich sicher sein können, dass Daten professionell verarbeitet werden und mit sensiblen Daten verantwortungsbewusst umgegangen wird. Ferner sind nach Norm-Anforderungen die Daten zu anonymisieren, wie dies etwa im BESS-Projekt erfolgt ist. Dies kann, wenn der Koordinator die Möglichkeit zur Rückfrage haben soll noch nicht auf der Stufe der Eingabe, sondern erst bei der Veröffentlichung der Ergebnisse geleistet werden. Wenn von den Ergebnissen des Benchmarking konkrete Regelungen abhängen, wie etwa der Umfang kostenloser Zuteilungen von Emissionszertifikaten an ein Unternehmen, wird die Anonymisierung der Daten erschwert. Diese Problematik würde sich

auch in jedem anderen Fall stellen, wo die Teilnahme bzw. das Abschneiden beim Benchmarking einem Nachweis dient. Würde z. B. die Kopplung von Steuervergünstigungen im Energiebereich mit der Teilnahme an einem Energieeffizienz-Benchmarking-System verknüpft, so müsste der Koordinator Kenntnis über die Identität der Unternehmen haben und die Ergebnisse eindeutig zuordnen können. Mit Blick auf den Vorfall des Phishing Angriffs auf den Emissionshandel zeigt sich, dass bei onlinebasierten Systemen höchstes Augenmerk auf die IT-Sicherheit zu legen ist. Dies ist insbesondere von großer Bedeutung, wenn umfassende Informationen zum Betrieb hinterlegt werden.

Ergänzende Empfehlungen zu Auswertung und Benchmark



Beispiel einer Benchmarking-Kurve

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Mit Blick auf Übersichtlichkeit, Aussagekraft und Analysemöglichkeiten sollte die Auswertung als Benchmarking-Kurve erfolgen. Ausreißer sind sofort erkennbar. Die Interpretation wird erleichtert, wenn die Kurve mit Informationen unterlegt ist, die z. B. beim „Anklicken“ eines Datenpunktes erscheinen und Auskunft zu betrieblichen Besonderheiten und dem Umfang der Korrekturen geben. Ferner sollten die Ergebnisse tabellarisch aufgezeigt werden.

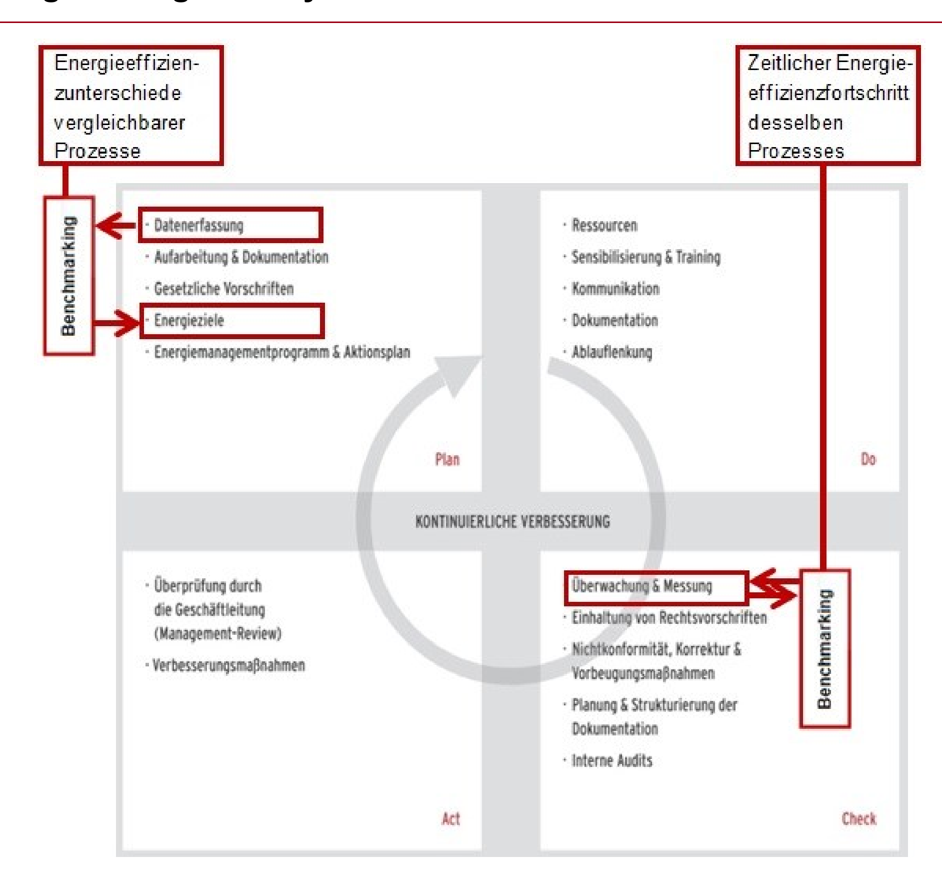
Ein untypischer Verlauf der Benchmarking-Kurve kann darauf hindeuten, dass die Benchmarking-Grenze nicht ausreichend trennscharf definiert wurde bzw. Abweichungen von der Benchmarking-Grenze nicht treffend ausgeblendet wurden.

Zur Akzeptanz der Ergebnisse ist es wichtig, dass sie durch die Beteiligten des Benchmarking bestätigt werden. Laut Norm können, wenn sich nachträglich nicht berücksichtigte Unterschiede zwischen den verglichenen Prozessen ergeben, Korrekturfaktoren ergänzt werden. Diese Möglichkeit verführt die Benchmarking-Teilnehmer jedoch dazu, ihre Ergebnisse künstlich aufzubessern und Druck auf den Koordinator auszuüben (gerade wenn es im Interesse der Energieverantwortlichen innerhalb der beteiligten Organisationen liegen sollte, gegenüber dem Management eine hohe Energieeffizienz nachzuweisen). Der Koordinator darf dem Druck zu unsachgemäßen Korrekturen nicht nachgeben und muss sehr bedächtig vorgehen. Wenn zu großer Bedarf an Korrekturen auftritt, ist es ratsam, die Festlegung der Benchmarking-Grenze zu überdenken bzw. noch stärker zu verfeinern. Hier zeigt sich eine weitere Anforderung an die Eigenschaften eines Koordinators: Durchsetzungskraft.

Ergänzende Empfehlungen: Berichterstattung

Die Dokumentation des Benchmarking ist ein sehr wichtiger Bestandteil eines Benchmarking-Vorhabens. Alle Karten müssen auf den Tisch. Nur wenn eine transparente Berichterstattung vorliegt, die auf die Schwachstellen des Benchmarking eingeht, können Ergebnisse angemessen interpretiert und Lerneffekte für weitere Benchmarking-Vorhaben erzielt werden. Die Berichterstattung wird in der Budgetplanung oft vernachlässigt, die benötigten Mittel müssen von Vornherein eingeplant werden. Alle erhobenen Daten und deren Auswertung unterliegen der Vertraulichkeit und sind zunächst nur für die Gruppe der Benchmarking-Beteiligten bestimmt. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse wird daher, auch nach der Anonymisierung, nicht immer vorgenommen werden können. Die Frage nach der Veröffentlichung sollte im Konsens mit allen Beteiligten bereits zu Beginn des Benchmarking geklärt werden. Die Berichterstattung muss nicht in Papierform erfolgen, gerade bei einem offenen, onlinebasierten Benchmarking wäre das wenig praktikabel. Es wird empfohlen, den Benchmarking-Bericht als Download verfügbar zu machen. Zusätzlich sollte auf mögliche Unschärfen und Schwachstellen hingewiesen werden.

1.2 Implikationen von Energieeffizienz-Benchmarking für Energiemanagementsysteme



Benchmarking als Instrument im betrieblichen Energiemanagementsystem

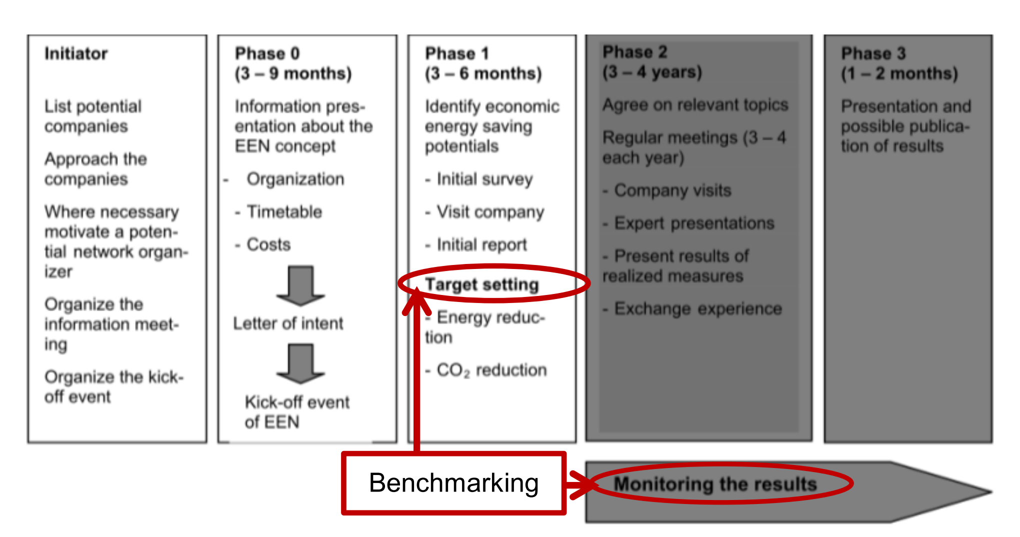
Quelle: eigene Abbildung (adelphi) auf Basis von adelphi 2012a: 20

Zwischen betrieblichem Energiemanagement und Energieeffizienz-Benchmarking gibt es zahlreiche Anknüpfungspunkte. Die Prinzipien der EN 16231 können als fester Bestandteil im Energiemanagement eingebettet werden. Es wird zu diesem Zweck auch in der Energiemanagementsystemnorm ISO 50001 als Instrument aufgeführt.[1] Energieeffizienz-Benchmarking kann bei Planung der Energieziele und der Überprüfung des Energieeffizienzfortschritts eine Hilfestellung geben.

1.2.1 Realistische Planung der Energieziele

Im Bereich der Planung des Energiemanagementsystems nimmt die Entwicklung von Energiezielen einen fundamentalen Platz ein. Energieziele sollen realistisch und demzufolge an den tatsächlich vorhandenen Potentialen zur Energieeffizienzsteigerung ausgerichtet sein. Der Formulierung von Energiezielen muss eine umfassende Bewertung der energetischen Ausgangssituation vorausgehen. Energieeffizienz-Benchmarking kann Hinweise auf Einsparpotentiale bzgl. einzelner Prozesse bis hin zum gesamten Produktionsprozess liefern. Dafür ist die Bezugnahme auf vergleichbare Prozesse innerhalb derselben Organisation oder anderer Organisation notwendig.[2]

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) verfügen intern in der Regel nicht über vergleichbare Anlagen. Daher sind sie auf externes Benchmarking angewiesen, also auf den Vergleich ihrer Prozesse mit denen in anderen Organisationen. Soll Energieeffizienz-Benchmarking als Grundlage zur Definition von Energiezielen genutzt werden, wird das betriebliche Energiemanagement in diesem Aspekt zu einer organisationsübergreifenden Aufgabe. Da der Koordinator Einblick in Informationen zu Energiekennzahlen benötigt und diese anonymisiert an die Benchmarking-Beteiligten weitergibt, ist Vertrauen zum Koordinator und zwischen den Betrieben unabdingbar. Ein vielversprechender Ansatz ist daher die Implementierung von Energieeffizienz-Benchmarking in bestehende, organisationsübergreifende Netzwerke, die sich die Steigerung ihrer Energieeffizienz zum kollektiven Ziel gesetzt haben. Vertrauen untereinander und zum Koordinator ist dort bereits vorhanden.



Einordnung von Benchmarking in den Netzwerkzyklus im LEEN-System

Quelle: Eigene Abbildung (adelphi) auf Basis LEEN o.J.: 2

[1] Vgl. DIN ISO 50001:2011: 23

[2] Vgl. DIN EN 16231:2012: 21

Diese Strukturen sind z. B. in Form der Lernenden Energieeffizienz-Netzwerke (LEEN) vorhanden. Da es sich bei LEEN um einen organisations- und branchenübergreifenden Energiemanagementansatz handelt, liegt ein Vergleich vor allem bei den Prozessen in den Querschnittstechnologien nahe. Die Anlagentechnik in LEEN-Unternehmen wird durch Energieexperten vor Ort untersucht, daher sind eine hochwertige Datenqualität und eine zutreffende Definition der Benchmarking-Grenzen innerhalb dieser Unternehmen gewährleistet.

1.2.2 Aussagekräftige Bewertung des Energieeffizienzfortschritts

Die Prinzipien des Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231 bieten sich zur Bewertung der Energieeffizienzsteigerung im Zuge des Monitoring an. In diesem Fall werden die energierelevanten Daten eines Prozesses entlang der Zeitachse verglichen. Kontinuierliches Monitoring und ein Vergleich mit der Baseline (Ausgangssituation im definierten Vergleichsjahr) sind bereits fester Bestandteil von Energiemanagementsystemen nach ISO 50001, jedoch geht die Energiemanagementsystemnorm dabei kaum auf die Frage der Vergleichbarkeit ein. Ein Monitoring ausschließlich anhand des spezifischen Energieverbrauchs ist daher weit verbreitet. Dabei wird eine lineare Abhängigkeit des Energieeinsatzes zur Produktionsmenge unterstellt. In der Praxis wirken zahlreiche weitere Einflüsse auf den Energieeinsatz ein (veränderte Witterungsbedingungen, geänderte Produktionstiefe etc.). Eine Nichtbeachtung dieser Einflüsse kann zu Trugschlüssen führen.

Der Energie Performance Indicator muss in einigen Fällen erst mit Korrekturfaktoren bereinigt werden, damit er bei (nachvollziehbaren) Abweichungen in Randbedingungen, Eingabe- und Ausgabeeinheiten aussagekräftige Ergebnisse zur Energieeffizienz eines Prozesses liefern kann. Wenn neben der ISO 50001 die Prinzipien der EN 16231 berücksichtigt werden, verbessert sich die Aussagekraft des Monitoring im Rahmen eines Energiemanagementsystems erheblich. Hinsichtlich des Monitoring in Energiemanagementsystemen kann auch das International Performance Measurement and Verification Protokol (IPMVP) angewendet werden um diese Aspekte zu berücksichtigen.

1.3 Resümee zum Energieeffizienz-Benchmarking von Prozessen auf Ebene der einzelnen Anlage

	Einbezogene Prozesse			
Prozesskälteerzeugung/-bewahrung	Kühlung in Kühlschränken	Kühlung in Gefrierschränken	Kühlung in Gefriertruhen	Kühlung in Kühlräumen
Beleuchtung	Erzeugung von Kunstlicht			Ansteuerung in Vorschaltgeräten
Raumwärmeerzeugung/-bewahrung	Raumwärmebewahrung im Gebäude	Raumwärmeerzeugung (Brenner-Kessel Systeme, inkl. Unterstützung regen. Energien)		
Wärmeverteilung (Heizkreislauf)	Heizwasserverteilung in Rohrleitungen	Bereitstellung hydraulischer Energie durch Heizungspumpen inkl. elektr. Antriebe		

Auswahl von Untersuchungsbereichen für die Entwicklung von Benchmarks in Prozessen

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

Anhand von Beispielen wurden die Möglichkeiten zur Entwicklung onlinebasierter Benchmarkingsysteme für einzelne Prozesse in Anlagentechniken geklärt und typische Herausforderungen und Schwierigkeiten aufgezeigt. Die Benchmarks sollten nicht im Benchmarking selbst ermittelt, sondern auf Basis der besten verfügbaren Technik nach Ökodesign berech-

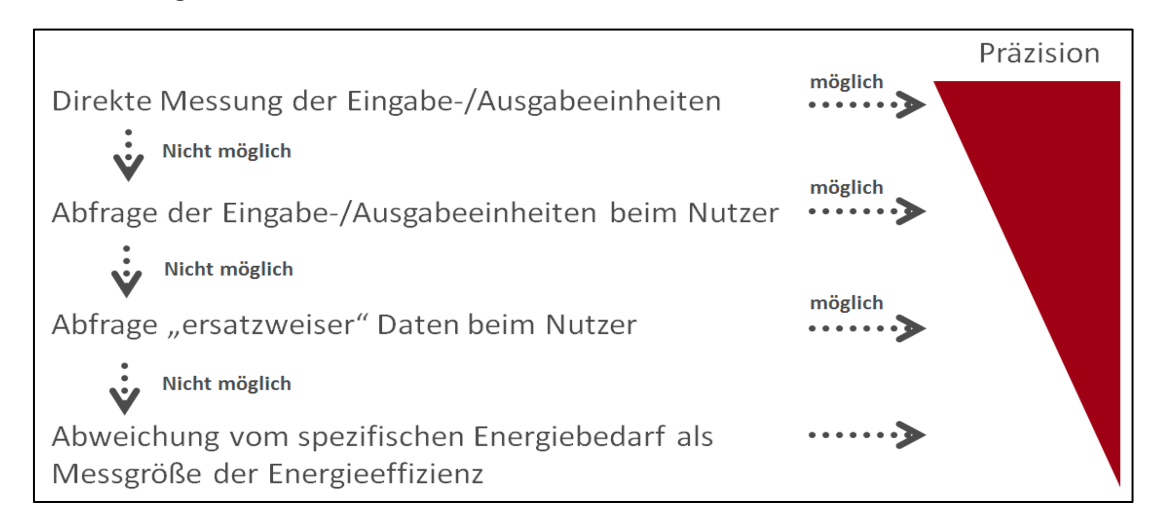
net werden. Die Berechnungen dienen der Veranschaulichung der grundsätzlichen Vorgehensweise, der Komplexität und Herausforderungen beim Energieeffizienz-Benchmarking. Im Rahmen der Untersuchungen konnten Vorgehensweisen für onlinebasiertes Benchmarking von ausgewählten Prozessen und Prozessketten beschrieben und exemplarisch die Schwierigkeiten bei der Berechnung demonstriert werden. Dabei wurden Unschärfen aufgezeigt. Einzelne Schwierigkeiten werden im Folgenden diskutiert, um Lerneffekte bzgl. Benchmarking für andere Prozesse zu ermöglichen.

1.3.1 Herausforderungen

Verwendung von Benchmarks aus Literaturangaben

Im Rahmen der Untersuchungen, auf deren Erläuterung in der Kurzversion verzichtet wird, wurden die Benchmarks nicht im Benchmarking selbst ermittelt, sondern auf Basis von Ökodesign berechnet. Dabei besteht das grundsätzliche Problem, dass Energieeffizienzklassen bei Ökodesign unter einheitlichen Laborbedingungen gemessen werden. Dadurch stimmt die Benchmarking-Grenze zwischen den Benchmarks nach Ökodesign nicht hinreichend mit den Anlagen im Benchmarking überein. Wird eine Benchmark nicht im Benchmarking selbst ermittelt, muss ihre Übereinstimmung mit der Benchmarking-Grenze sichergestellt werden oder die Abweichungen müssen genau nachvollzogen werden können.

Datenabfrage zum Zähler und Nenner des EPI



Auswirkungen der Datenerhebungsmethode auf die Präzision im Benchmarking (vereinfacht)

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

Der Energie Performance Indicator drückt den spezifischen Energieverbrauch aus. Der Energieeinsatz wird dem Nutzen gegenübergestellt, der innerhalb eines Prozesses erzeugt wird. Die Qualität des Indikators ist von der treffenden Definition der Ausgabe- und Eingabeeinheitenabhängig sowie von der Genauigkeit der Datenerfassung.

- Direkte Messung der Eingabe-/ Ausgabeeinheiten

Optimal für eine genaue und umfassende Datenabfrage ist die direkte Messung. Für die Gestaltung des Energy Performance Indicators sind, wenn die Benchmarking-Grenze keine Abweichungen zulässt, keine umfassenden Berechnungen notwendig. Es werden einfache Verhältniszahlen zwischen Energieeinsatz und dem erzeugten Nutzen gebildet. Die hier für den Online-Einsatz exemplarisch entwickelten Benchmarkingsysteme können Daten, die für den Energy Performance Indicator benötigt werden, nur teilweisedurch Messung ermitteln.

- Abfrage der Eingabe-/ Ausgabeeinheiten beim Nutzer

Mangels der Möglichkeit zur Messung greift das Benchmarking auf Nutzereingaben zurück. Die Herkunft und Genauigkeit der Daten, die den Nutzereingaben in onlinebasierten Benchmarking-Systemen zugrunde liegen, sind – wie der Nutzer selbst – unbekannt. Das Vorhandensein von Messtechnik kann bis auf Stromzähler etc. ebenso wenig vorausgesetzt werden wie die korrekte Ablesung durch den Nutzer. Die Datengenauigkeit ist ungewiss.

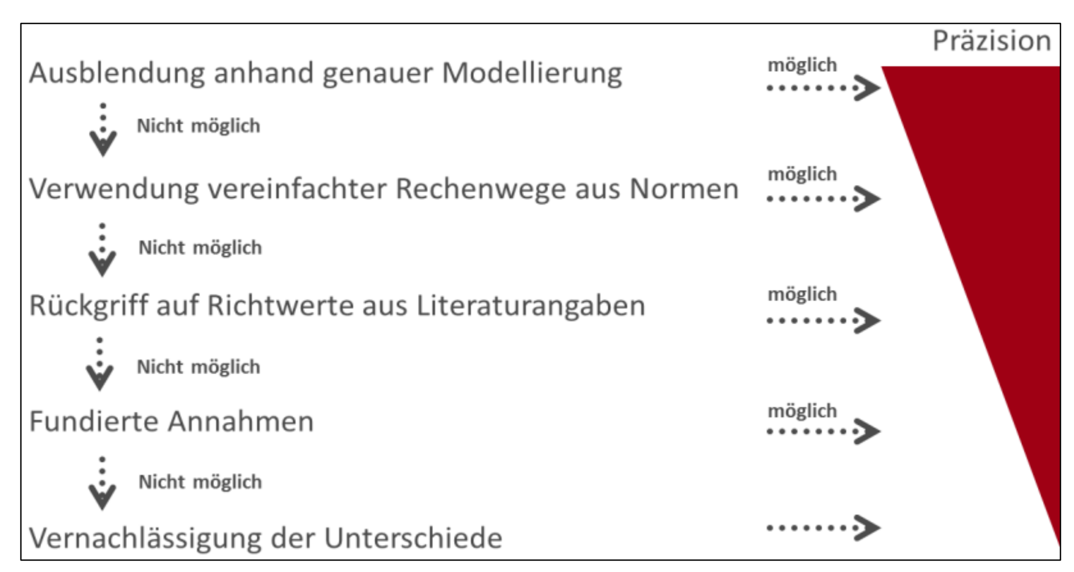
- Abfrage „ersatzweiser" Daten beim Nutzer

Bei der Entwicklung der Benchmarking-Systeme für Raumwärmeerzeugung, -bewahrung und Wärmeverteilung wurden Angaben zum Nutzwärmebedarf benötigt. Da das Vorhandensein von Wärmemengenzählern und die Kenntnis der Nutzer zum Nutzwärmebedarf zunächst nicht vorausgesetzt wurde, wurde stattdessen der klimabereinigte, spezifische Heizwärmebedarf aus Energiebedarfsausweisen abgefragt und unter Verwendung der aktuellen Klimafaktoren sowie einer Abfrage zur Gebäudenutzfläche auf den Nutzwärmebedarf zurückgerechnet. Dieses Vorgehen impliziert bereits eine Korrektur und ist ungenau, weil Klimafaktoren pauschalisiert sind und die Daten aus Energieausweisen Momentaufnahmen darstellen, die zudem standardisierte Nutzerprofile unterstellen. In einer Überarbeitung des Kapitels wurde aufgrund dieser Problematik das Vorhandensein von Wärmemengenzählern eingefordert.

- Abweichung vom spezifischen Energieverbrauch als Messgröße der Energieeffizienz

Im Falle der Kühlgeräte konnte die eigentlich geeignete Bezugsgröße (Masse der in einem Kühlgerät gekühlten Stoffe unter Berücksichtigung der Wärmekapazität und Anfangstemperatur) mangels Messbarkeit der Daten nicht verwendet werden. Alternativ wurde das maximale Füllvolumen des Kühlmöbels zugrunde gelegt. Diese Bezugsgröße drückt nicht hinreichend genau den Nutzen Lebensmittelkühlung aus und unterstellt gleichartige Befüllung. Im Falle der Beleuchtung musste auf eine Betrachtung der installierten Leistung ausgewichen werden, da die Nutzenergie Licht nicht abgefragt werden konnte und keine praktikable "zweitbeste" energiebezogene Bezugsgröße zur Verfügung steht. Auf die installierte Leistung bezogene Vergleiche sind für Benchmarking ungeeignet, weil sie keine Aussage zur Energieeffizienz im praktischen Anwendungsfallliefern können.

Herstellung der Vergleichbarkeit mit Korrekturfaktoren



Auswirkungen der Methode der Korrektur auf die Präzision im Benchmarking (vereinfacht)

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

Korrekturen sind genau, wenn die zu korrigierenden Abweichungen von den Benchmarking-Grenzen genau nachvollzogen werden können. Im Optimalfall kann auf Korrekturen durch die genaue Übereinstimmung aller verglichenen Prozesse mit der definierten Benchmarking-Grenze (Eingabe- und Ausgabeeinheiten, Randbedingungen) ganz verzichtet werden. Wenn Korrekturen vorgenommen werden sollen, bieten sich folgende Alternativen:

- Ausblendung anhand genauer Modellierung

Korrekturen sind dann am genauesten, wenn die zu korrigierenden Unterschiede genau erfasst und deren Auswirkungen auf den Energieeinsatz auf Basis einer genauen Modellierung nachvollzogen werden können. Im entwickelten Benchmarking-System für die Heizwärmebereitstellung wurde der Energieexport eines BHKW auf Basis einer sehr einfachen Modellierung individuell nachvollzogen und bereinigt. Je nach Anwendungsfall können Modellierungen sehr komplex werden (z.B. wenn im entwickelten Benchmarking-System zur Heizwasserverteilung der Druckverlust im Verteilnetz nicht auf Basis der Gebäudeabmessungen, sondern auf Basis der Hydromechanik bestimmt worden wäre).

- Verwendung vereinfachter Rechenwege aus Normen

Können Unterschiede nicht auf einfachem Weg modelliert werden und Ressourcen für komplexe Modellierungen nicht bereitgestellt werden, kann in vielen Fällen auf vereinfachte Berechnungsverfahren aus Normen zurückgegriffen werden. Im entwickelten Benchmarking-System zur Beleuchtung wurde etwa das vereinfachte Wirkungsgradverfahren der DIN V 18599 angewendet. Als Alternative zu einer Modellierung des Verteilnetzes im Benchmarking zur Heizwasserverteilung wurde ebenfalls auf vereinfachte Rechenwege der DIN 18599 aufgebaut. Vereinfachte Berechnungsverfahren aus Normenbasieren u.a. auf Richtwerten, diese sind aber allgemein zur Verwendung akzeptiert.

- Rückgriff auf Richtwerte aus Literaturangaben

In einigen Fällen musste zur Korrektur auf Richtwerte aus Literaturangaben zurückgegriffen werden(z. B. Lastprofil für Heizungspumpen aus Ökodesign). Richtwerte sind letztlich Durchschnittswerte, die vom individuellen Praxisfall abweichen.

- Fundierte Annahmen

Sind keine Richtwerte aus Literaturangaben verfügbar, besteht die Möglichkeit, Annahmen zu treffen. Diese sollen fundiert sein, also z. B. auf Erfahrungswerten und fachlicher Expertise beruhen. Dieser Ansatz wurde beim Benchmarking-System zur Heizwasserverteilung bzgl. der jährlichen Betriebszeit von Heizungsumwälzpumpen gewählt. Annahmen sind die schlechtmöglichste Grundlage zur Korrektur von Unterschieden.

- Vernachlässigung der Unterschiede

In zahlreichen Fällen konnte weder auf Daten beim Nutzer zurückgegriffen, noch auf seriöse Richtwerte ausgewichen oder auf Annahmen aufgebaut werden. In solchen Fällen wurde auf die Berücksichtigung des individuellen Falles verzichtet und Homogenität unterstellt. Bei der Benchmarking-Grenze Gebäude trifft das z. B. auf die internen Wärmegewinne zu. Im Falle der Kühlmöbel wurden Unterschiede bei der Umgebungstemperatur nicht berücksichtigt.

1.3.2 Potentiale

Die Untersuchungen zum Benchmarking einzelner Prozesse bzgl. Anlagentechniken haben ergeben, dass die Verwendung von Nutzereingaben nicht praktikabel ist, wenn die Anforderungen der EN 16231 eingehalten werden sollen. Den Nutzern stehen zahlreiche benötigte Informationen ohne Messung nicht zur Verfügung. Die exemplarische Entwicklung der Benchmarkingsysteme für Prozesse in einzelnen Anlagentechniken hat gezeigt, dass die Ergebnisse zu ungenau werden, wenn das Benchmarking Abstriche hinsichtlich der Qualität macht und an die beim Nutzer verfügbaren Daten ausgerichtet wird. Wenn das Benchmarking eine große Anzahl von Prozessen aus unterschiedlichen Regionen vergleichen soll, ist eine individuelle messtechnische Untersuchung vor Ort durch Experten zu kostspielig.

Für breit angelegtes, genaues und kosteneffizientes Benchmarking sollte die Datenerfassung mit permanent installierten, automatisierten Messsystemen erfolgen, die sich aus der Ferne auslesen lassen. Dadurch kann die Verwendung verallgemeinerter Richtwerte, welche die Aussagekraft beeinträchtigen, vermieden werden. Ferner kann durch automatisierte Messung die Problematik der umständlichen und ungenauen manuellen Nutzereingaben gelöst werden. Ein großer Vorteil der Nutzung permanent installierter, automatisierter Messsysteme ist auch, dass das Benchmarking permanent erfolgen und ständig aktualisierte Ergebnisse liefern kann.

Im Bereich der Raumwärmeerzeugung ist ein solches System schon heute sehr gut realisierbar (kostengünstig verfügbare Wärmemengenzähler), für andere Technologiebereiche müssen entsprechende Messsysteme erst noch entwickelt werden. Die Entwicklung und Verbreitung solcher Messsysteme wird durch den Umstand gestützt, dass für die Anlagenbetreiber neben den Möglichkeiten zum Benchmarking zahlreiche weitere Nutzeneffekte entstehen. An erster Stelle ist hier die Möglichkeit zum Condition Monitoring zu nennen, das Defekte bei der Anlagentechnik besser voraussehbar macht und somit die Wahrscheinlichkeit des Produktionsausfalls verringert. Ferner kann permanent installierte Messtechnik zum Energiecontrolling, zur Regelung technischer Anlagen am Bedarf oder im Rahmen des Demand Side Management eingesetzt werden.

Wenn die Voraussetzungen für die automatisierte Fernmessung aller benötigten Daten gegeben sind, hat Benchmarking auf Ebene des einzelnen Prozesses das Potential, ein mächtiges Instrument zur zielsicheren, unkomplizierten Identifikation von Energieeffizienzpotentialen zu werden.

1.3.3 Handlungsempfehlungen

Um mittelfristig automatisierte Benchmarkingsysteme implementieren zu können, welche exakte Aussagen über Energieeffizienzpotentiale in Anlagentechniken liefern, müssen zunächst die Voraussetzung dafür geschaffen werden. Es sollten Maßnahmen ergriffen werden, die den Innovationsgrad bei automatisierten Messsystemen und deren Verbreitung am Markt beschleunigen:

- **Aufbau eines interdisziplinären Forschungsnetzwerks zur Anregung eines integrativen Erfahrungsaustausches über die verschiedenen Anwendungsbereiche permanent installierter Messsysteme**

- **Aufbau eines automatisierten Energieeffizienz-Benchmarkingsystems im öffentlichen Gebäudebestand zur zielsicheren Sanierung und zu Demonstrationszwecken**

1.4 Resümee zum Energieeffizienz-Benchmarking gesamter Produktionsprozesse

Onlinebasierte Benchmarking-Systeme für die gesamte Produktherstellung auf Unternehmensebene wurden in der Vergangenheit bereits in vielfacher Ausprägung aufgebaut. Im Rahmen der Studie wurden Empfehlungen zum Benchmarking in 30 Branchen aus Industrie und Gewerbe gegeben und bereits vorhandene Referenzwerte für Benchmarks gesammelt. Die Werte wurden aus Literaturangaben übernommen, es wurden keine Primärdaten erhoben. Folgende Feststellungen können aus der Betrachtung der dargestellten Benchmarkings gesamter Produktionsprozesse (Unternehmensebene) in Branchen getroffen werden:

- Es konnten Hinweise zu Bezugsgrößen gegeben werden, die sich in der jeweiligen Branche für Benchmarking eignen. Das Benchmarking bezieht sich auf das Verhältnis von Energieeinsatz zum hergestellten Nutzen.
- Eine Strukturierung der Vergleichsgruppe anhand der deutschen Wirtschaftszweige erscheint sinnvoll. Um eine bestmögliche Vergleichbarkeit sicherzustellen, sollten die feinsten Verzweigungen der Wirtschaftszweige (oder PRODCOM) als Grundlage für die Benchmarking-Grenzen bzgl. der Ausgabeeinheiten (Endprodukte) gewählt werden.
- Um den tatsächlichen Produktionsprozess abzubilden, sollte darüber hinaus die Vergleichbarkeit der Eingabeeinheiten (Ausgangsprodukte) durch entsprechende Definition der Benchmarking-Grenze sichergestellt werden.
- Die genannten Benchmarks stammen aus unterschiedlichen Quellen. Aus den Projektdokumentationen ist nicht in allen Fällen ersichtlich, wie die Benchmarks ermittelt wurden.
- Das Vorhandensein einer umfassenden Dokumentation der genannten Benchmarkings konnte nicht verifiziert werden. Es ist nicht direkt ersichtlich, durch wen die Daten erfasst wurden, ob sie auf Messungen beruhen, aus welchem Jahr sie stammen und wie Korrekturen vorgenommen wurden. Eine lückenlose Dokumentation ist wesentlicher Erfolgsfaktor für Benchmarking, um die Aussagekraft der Daten einzuschätzen
- Es ist hervorzuheben, dass bei der Entwicklung der genannten Benchmarkings noch nicht auf eine einheitliche Norm zurückgegriffen werden konnte und somit kein einheitlicher “Kodex” für die jeweiligen Koordinatoren zur Verfügung stand.

1.4.1 Herausforderungen

Die größte Herausforderung beim Benchmarking ganzer Produktionsprozesse sind die unterschiedlichen Fertigungstiefen von Unternehmen, auch wenn diese derselben Branche angehören. Durch denselben Wirtschaftszweig ist zwar die Fertigung desselben Hauptprodukts ausreichend sichergestellt, jedoch bedeutet das noch nicht, dass auch dieselben Nebenprodukte gefertigt und dieselben Ausgangsprodukte (Eingabeeinheiten: Rohstoffe, Halbfertigprodukte) verwendet werden. Einfache Benchmarking-Systeme, die eine Motivation bieten sollen, können diese Problematik ggf. ignorieren.

Ist hohe Genauigkeit gefordert, müssen neben den Hauptprodukten auch Nebenprodukte und Ausgangsprodukte berücksichtigt werden. Bei der Untersuchung der Benchmarking-Vorhaben in Branchen konnte nicht gesichert ermittelt werden, ob diese Aspekte berücksichtigt wurden, oder ob sich die Benchmarking-Grenzen allein am Wirtschaftszweig orientieren.

Die formulierten Herausforderungen beim Benchmarking von Prozessen gelten im Grundsatz auch für das Benchmarking ganzer Produktionsprozesse in Unternehmen.

1.4.2 Potentiale

Durch die Verzahnung von Energieeffizienzbenchmarking mit der Datenerhebung in Energieaudits kann die Qualität von Benchmarking auf Ebene des gesamten Produktionsprozesses in Unternehmen deutlich gesteigert werden. Dieser Ansatz wird z. B. bereits im Rahmen der österreichischen KMU-Initiative verfolgt (vergleichbar dem deutschen Programm „Energieberatung im Mittelstand" der KfW). Die Berichterstattung erfolgt über Onlinemasken durch die Energieauditoren, die Daten werden im Anschluss zur Entwicklung von Benchmarks weiterverwendet. Wenn Energieauditoren nicht nur Informationen zu den Hauptprodukten eines Unternehmens, sondern auch zu den Eingabeeinheiten (Rohstoffe, Halbfertigprodukte) ermitteln würden, ließe sich die Produktionstiefe besser berücksichtigen und die Benchmarking-Grenzen genauer definieren. Im Falle wiederkehrender Audits nach EN 16247, die durch aktuelle Regelungen bzgl. Vergünstigungen bei Stromsteuer und EEG-Umlage angeregt werden, würde ferner einem Veralten der ermittelten Benchmarks vorgebeugt werden.

Im Anschluss an die Entwicklung der Benchmarks aus den Energieauditberichten kann der Vergleich auf Basis von Nutzereingaben erfolgen. Nutzereingaben durch das Unternehmen selbstdienen dann nur der Auswertung der Daten für das betreffende Unternehmen und haben keinen Einfluss auf die Benchmark.

Der Datenerfassung kommt generell zugute, dass die Daten, die zur Entwicklung der Benchmark benötigt werden, für den Energieauditor vergleichsweise gut greifbar sind. Wichtige Daten gehen bereits aus der Buchhaltung eines Unternehmens hervor (z.B. Menge und Art der eingekauften Energie, Rohstoffe und Halbfertigprodukte).

Darüber hinaus gelten die Potentiale, die mittel- bis langfristig aus den besseren Möglichkeiten zur Fernauslesung benötigter Daten für das onlinebasierte Benchmarking einzelner Prozesse entstehen, ebenso für das Benchmarking gesamter Produktionsprozesse. Wenn einzelne Prozesse in ihren Eingabe-, Ausgabeeinheiten sowie den Randbedingungen genau erfasst werden, lassen sich auch ihre Konfigurationen bis hin zum gesamten Produktionsprozess betrachten. Bei vollständig automatisierter Erfassung aller benötigten Daten würde der Nutzer verlässliche Einschätzungen zur Energieeffizienz des gesamten Produktionsprozesses, als auch zur Energieeffizienz der einzelnen Prozesse in Anlagen erhalten.

1.4.3 Handlungsempfehlungen

Um die Voraussetzungen dafür zu schaffen, auf Basis von Benchmarking exaktere Aussagen zu Energieeffizienzpotentialen auf der Ebene des Gesamtunternehmens treffen zu können, sollten folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- **Entwicklung von Onlinemasken zur Berichterstattung für Energieauditoren, damit erfasste Daten künftig für Energieeffizienz-Benchmarking genutzt werden können (Verzahnung von Energieaudits nach EN 16247 mit Benchmarking nach EN 16231).**

- **Anforderung an Energieauditoren, im Rahmen von Energieaudits Daten zur Produktionstiefe (Hauptprodukt, Nebenprodukte ,verwendete Rohstoffe und Halbfertigprodukte) zu erfassen, um die Benchmarking-Grenzen schärfen zu können.**

- **Kontinuierliche, weitgehend automatisierte Entwicklung von Benchmarks auf Basis der Energieaudit-Berichterstattung**

- **Bereitstellung von Eingabemasken für Unternehmen (inkl. Auswahlmöglichkeiten zur Produktionstiefe), um sich mit der Benchmark vergleichen zu können.**

2 Summary

Energy efficiency measures often constitute very profitable investments. However, they are only slowly implemented. One of the main obstacles is the great effort the identification of potential savings in companies involves. Especially small and medium-sized enterprises (SMEs) find it difficult to uncover energy deficiencies in systems and buildings. In order to assess whether plants or entire organisations are energy-efficient, benchmark values are needed. Companies have to carry out mutual comparisons in order to evaluate whether their economic activities are comparatively energy-efficient or not. Energy efficiency benchmarking provides a way to assess the energy efficiency by comparing the specific energy demand of comparable processes as well as entire production processes.

The study "Energy Efficiency Benchmarking: Methodological foundations for the development of energy efficiency benchmarking systems pursuant to EN 16231" intends to establish a methodological framework for the creation of online-based energy efficiency benchmarking systems and thereby especially illustrate the key challenges. The summary report summarises the results of the study. First, the success factors for energy efficiency benchmarking pursuant to EN 16231 are visualised and supplemented by recommendations. The importance of energy efficiency benchmarking for operational energy management is illustrated in a separate chapter. Subsequently, the key challenges for energy efficiency benchmarking that were identified in the context of the exemplary development of benchmarking systems for 10 technology areas and on the basis of the considered benchmarking for production processes in 30 industrial and commercial sectors will be discussed. On this basis, the potential of future benchmarking systems will be taken into consideration. The concrete recommendations, which are discussed in detail in the final report, will be summarised.

2.1 Energy efficiency benchmarking pursuant to EN 16231: a ten-point plan

The benchmarking standard EN 16231 provides the first universal and uniform catalogue of requirements for the collection and analysis of operational energy data in terms of energy efficiency benchmarking. The requirements of the standard were structured in ten steps. Together they form the first action plan for the practical implementation. Completed benchmarking projects and studies from related topics are considered in more detail on the basis of this standard. At the end of each step, recommendations for action are provided.

The short version of the study does not give detailed explanations of the standard requirements and the considered projects and studies. Instead, the requirements are visualised and some supplementary recommendations are provided subsequently.

2.1.1 Requirements of the EN 16231

Success factors for Energy Efficiency Benchmarking

Quelle: own image (adelphi)

2.1.2 Supplementary recommendations

Supplementary recommendations concerning objectives and planning

At the beginning of a benchmarking project, the initiators should ensure that the project's objective is clear: if financial benefits of participants depend immediately on the performance in the benchmarking, the requirements with regard to the significance are higher than for benchmarking systems that serve an initial self-assessment. The more significant and precise the expected results are meant to be, the higher the cost of data collection and benchmarking coordination, and the higher the necessary resources that need to be made available for the project. The project planning should be aligned with the requirements of benchmarking. It must be clear from the beginning what the benchmarking should achieve for the user - and what aspects it cannot fulfil. Regardless of the complexity of the benchmarking system, a coordinator should always be provided for. He takes care of the benchmarking, is in touch with the parties involved and ensures the proper implementation of the project. In order to fulfil his duties, he should be well acquainted with the processes that are to be compared in the benchmarking.

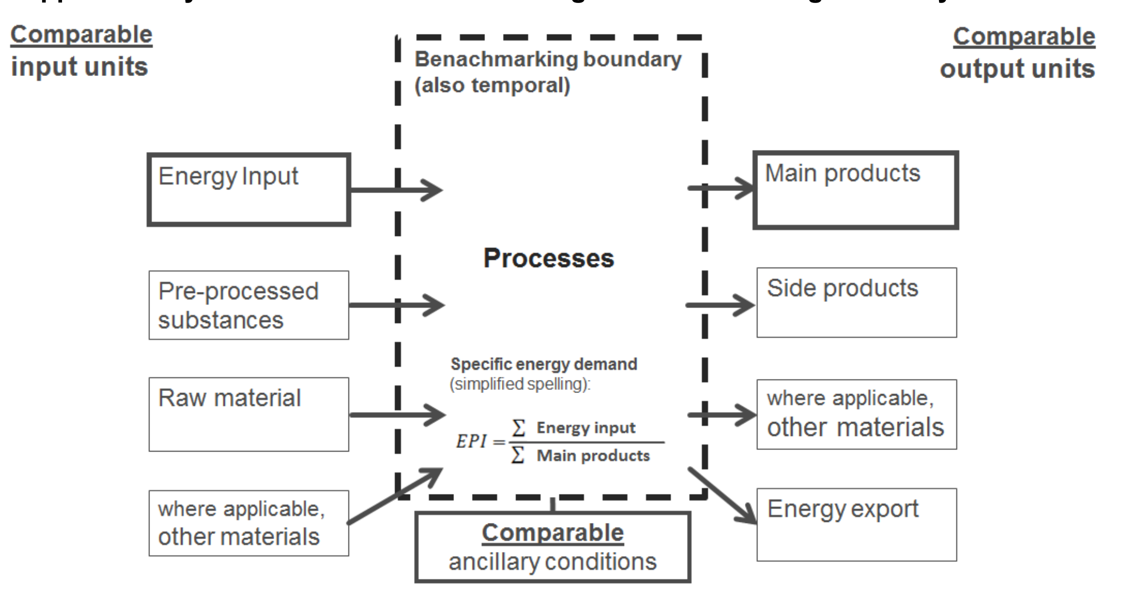
Supplementary recommendations concerning the composition of the peer group

In order to include a representative number of companies in the benchmarking system, the target group should be analysed in advance:

- Is it possible to compile homogeneous groups? (according to products, manufacturing levels etc.)
- If so, how many processes would be represented in a homogeneous group? Does the number suffice to ensure anonymity and provide valid results?
- Are potential participants willing to share sensitive data with a coordinator?
- How can this group be convinced to participate in the benchmarking?
- How can pilot companies that are willing to provide their data for the collection of benchmarks be identified and be the first to be saved in the system?
- What financing options are there for the benchmarking?

The requirements with regard to the homogeneity of the target group may be different, depending on the orientation of the benchmarking. The demands on the homogeneity can be higher or lower, depending on the goal pursued and the significance sought. In addition to assuring appropriate homogeneity of the comparison groups, it is important to communicate the benchmarking's limits of performance openly to the participants.

Supplementary recommendations concerning the benchmarking boundary



Benchmarking boundary with input and output units and ancillary conditions

Quelle: own image (adelphi)

The establishment and precise definition of benchmarking boundaries is the most important step to ensure the comparability of benchmarking results. In that context it is important to emphasise that the benchmarking does not refer to individual plants or the organisation as such, but to individual processes that are carried out within a plant or an organisation. Thus, the comparability of input and output units of the process and the conditions that affect it are decisive for the determination of the respective benchmarking boundary. The benchmarking boundary can cover both individual processes at the level of systems technology and process chains as well as the entire production process within organisations. The required accuracy of the benchmarking boundary depends on the objective and desired significance of the benchmarking.

Provided that a high degree of accuracy is required, the benchmarking boundaries have to be set narrowly and clearly (maximum comparability in input units, output units and ancillary conditions). Yet if the benchmarking is merely meant to provide an initial, rough evaluation, the comparability requirements are also lower; benchmarking boundaries can be softened if necessary and larger differences can be permitted. This has to be communicated clearly and transparently. An important comparative dimension refers to the place of production. If a company carries out all stages of production at its own production site, its entire energy consumption incurs at this particular location. However, other operations may obtain semi-finished products in order to process the final product. If the benchmarking figure is defined as “energy consumption per quantity produced”, the company that obtained the semi-finished product will have a lower specific energy consumption than the company that performs all production steps at its own site.

Supplementary recommendations concerning correction factors

Correction factors should be avoided. In case of a very differentiated choice of benchmarking boundaries, benchmarking can, ideally, do without any correction factors. However, in practice it will never be possible to guarantee an exact adherence to the defined benchmarking boundary by all benchmarking participants (same proportion of energy consumption through by-products, same manufacturing levels etc.). These uncertainties can either be accepted or corrected. Developing sound correction factors is essentially a question of available funds. The metrological examination or rather the exact physical derivations of the effects of all features on the specific energy consumption involves high costs. When determining correction factors it is crucial to ensure that areas or methods in which or through which energy savings can be achieved are taken into consideration. It is therefore important to assess, for example, whether the production of certain goods at places where only relatively poor resources are available (e.g. degree of purity of natural gas) makes sense, or whether systems that operate mainly at partial load could in fact achieve a higher capacity utilisation if certain processes were optimised. If such conditions are excluded, certain aspects are deemed to be immutable although they are not necessarily invariable. In this context, an approach like that adopted in the BESS project is recommended. In that case, the user can choose individually whether the developed correction factors should be considered in the evaluation or whether it should contain uncorrected results. The correction factors have to be updated regularly due to the fact that influencing conditions are not static but may change over time. If the funds for a repeated and sound re-calculation of the correction factors are insufficient, correction factors should not be represented at all. In such cases, the alternative is to accept the uncertainty and point the uncertainty out to the benchmarking users.

Supplementary recommendations concerning the reference value

In theory and practice, the specific energy consumption has established itself as the measurand for energy efficiency and is also required by the EN 16231 as an Energy Performance Indicator. All evaluated projects enable the development of an energy index, which reflects the energy consumption per product.

The resulting Energy Performance Indicator (EPI) for benchmarking is:

$$EPI\ (simplified\ spelling) = \frac{\sum Energy\ Input\ (\ Primary, Final, or\ Usable\ Energy)}{\sum Main\ Products\ (Products, Services, or\ \ Usable\ Energy)}$$

The Main Products as such do not describe the usefulness of a process. As already stated, the input values are equally important, therefore in order to ensure the comparability of benchmarking also the input units at which the process starts should be defined clearly by the benchmarking boundaries. Also differences in side products should be considered. If correction factors are to be included they should be designed so as to flow into the EPI as an additional factor.

Supplementary recommendations concerning the collection of data

When formats for data collection are developed, great importance should be attached to user friendliness. The desire to carry out a survey that is as comprehensive as possible and thus be able to provide more accurate findings should be weighed against the risk of deterring users due to an abundance of input options. The same applies to the querying of sensitive data (sales volume, total and energy costs etc.). Practice has shown that entrepreneurs do not normally like to disclose such information and especially not online. In general, sensitive data such as information concerning sales volumes, profits, total costs or energy costs should therefore not be queried. In sum this means that data querying should comply with the following rule: “as much as necessary and as little as possible.” It is advisable to query the consumption values of the sources of energy in the same way as they are available to the users of the benchmarking. Natural gas, for example, may not be indicated in kWh on the energy bill, but in m^3. If wood is used as an energy source, the amount is usually calculated in cubic metres.

Supplementary recommendations concerning the quality assurance

The testing of plausibility and reliability is an important element of a benchmarking in order to detect errors at an early stage. In that regard, the scope and accuracy of the test is highly dependent on the available funds. Lean systems that provide a result immediately after data has been entered can be subject only to an automated rapid test in which the limits of what is possible are defined.

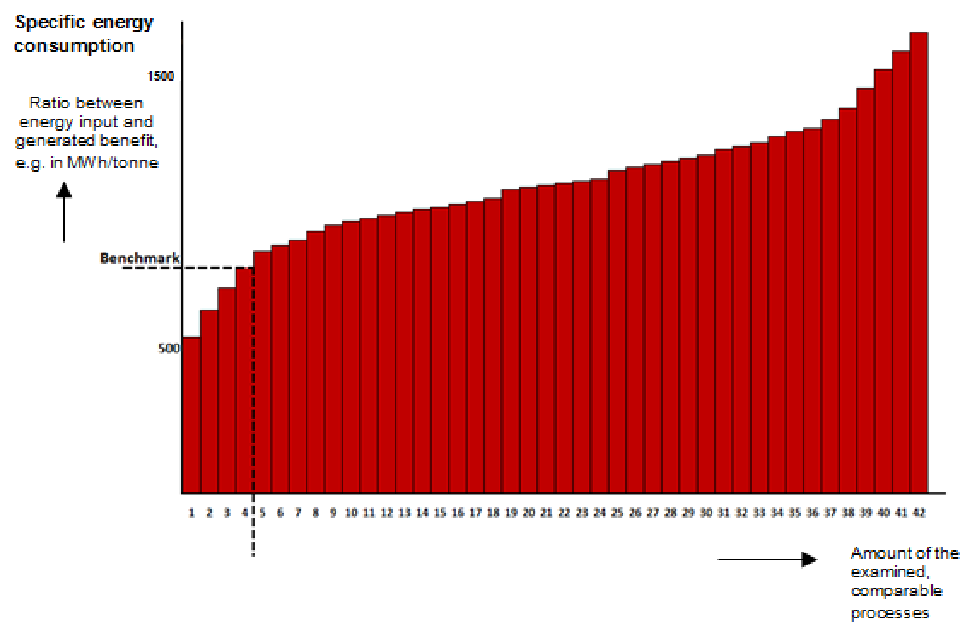
However, if erroneous data is to be excluded reliably, an automated testing is insufficient. In that case, the data collection should adhere to minimum standards such as, for example, the “Monitoring & Verification procedure in the context of ISO 50001” or the criteria of EN 16247 “Energy Audits”. Independent energy auditors need to verify the entered data in the course of regularly conducted energy audits. Existing systems like those existing or considered in Germany, for example, in the context of obligatory energy management for companies should be used.

The highest possible degree of reliability is required as soon as specific competitive factors depend on the benchmarking results (like in the case of benchmarking in emissions trading in terms of the allocation amount of free certificates). In such a case, the verification should be carried out by a certified evaluator.

Supplementary recommendations concerning data protection

Due to his technical skills and impartiality, the coordinator must be trustworthy and perceived as trustworthy by the target group. All users of the benchmarking should be confident that data is processed professionally and sensitive data is handled responsibly. Furthermore, in accordance with standard requirements, the data should be made anonymous as it has been done, for example, in the BESS project. Provided that the coordinator should have the opportunity to submit further enquiries, the anonymous form should be implemented only upon the publication of the results rather than by the time the data is entered. If specific regulations depend on the results of the benchmarking – for example the respective allocation of emission allowances to a company, the anonymisation of the data becomes more difficult. This same problem would arise in any other case in which the participation or the performance in the benchmarking provides a proof for certain facts. If the granting of tax benefits, for example, was linked to participation in an energy efficiency benchmarking system, the coordinator would have to know the identity of the companies in order to be able to attribute the respective results correctly to the individual company. Considering the phishing attack on the emissions trading it is important to emphasise that online-based systems require a great deal of attention when it comes to IT security. This is particularly important with regard to systems that store comprehensive information about the company.

Supplementary recommendations concerning the evaluation and benchmark



Example of a benchmarking curve

Quelle: own image (adelphi)

As far as clarity, significance and analysis possibilities are concerned, the evaluation should be displayed as a benchmarking curve. Outliers can be identified immediately. The interpretation is facilitated if the curve is supplemented by information that appears, for example, when clicking on data points and provides information on operational characteristics and the scope of corrections. Furthermore, the results should be presented in a table.

An atypical course of the benchmarking curve can indicate that the benchmarking boundary was not defined sufficiently selective or deviations could not be adjusted accurately.

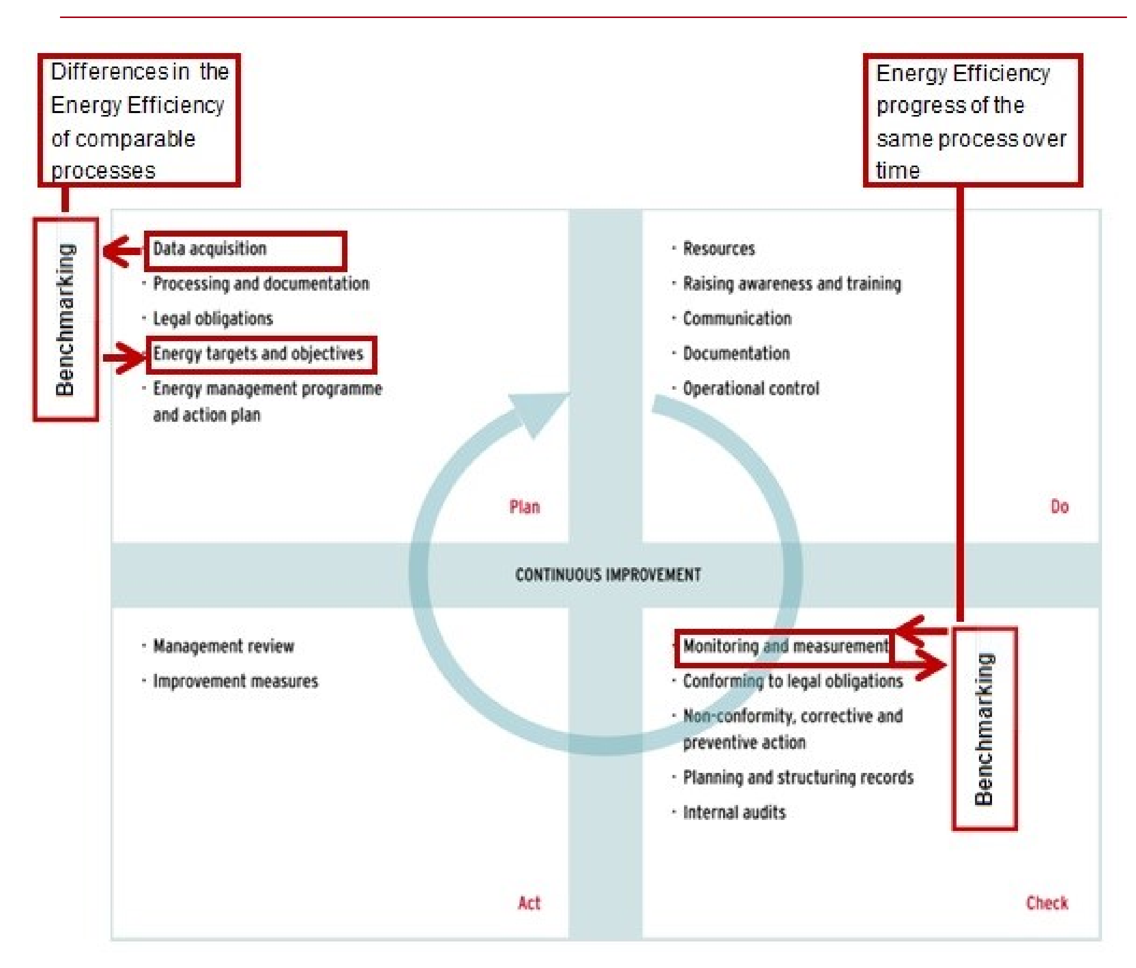
In view of the acceptance of the results it is important that they are confirmed by the benchmarking participants. According to the standard, correction factors can be added if differences between the compared processes that were not considered initially arise retrospectively. However, this possibility entices the benchmarking participants to polish up their results artificially and exert pressure on the coordinator (especially when energy managers within the participating organisations are interested in demonstrating a high level of energy efficiency to the top management). The coordinator may not give in to the pressure to carry out improper corrections and must proceed very carefully. If the number of required corrections is too high, the established benchmarking boundaries should be reconsidered or refined. This shows that the coordinator needs to have another characteristic trait: assertiveness.

Supplementary recommendations: reporting

The documentation of the benchmarking is a very important aspect of a benchmarking project. All cards have to be put on the table. Only a transparent reporting that addresses the weaknesses of the benchmarking allows for an adequate interpretation of the results and the achievement of learning effects for further benchmarking projects. Quite often, the budget planning neglects the reporting. Yet the necessary resources must be budgeted from the outset. All collected data and its evaluation are subject to confidentiality and should at this point be made accessible only to the benchmarking participants. Therefore, it is not always possible to publish the results - not even after they have been anonymised. At the beginning of the benchmarking, the participants should reach an agreement in terms of whether or not

the results should be published. The reporting does not have to be provided in paper form. This could even be impractical in the case of online-based benchmarking. It is recommended to make the benchmarking report available for download. In addition, possible uncertainties and weaknesses should be indicated.

2.2 Implications of energy efficiency benchmarking for energy management systems



Benchmarking as an instrument in Energy Management Systems

Source: own image (adelphi) on basis of adelphi 2012a: 20

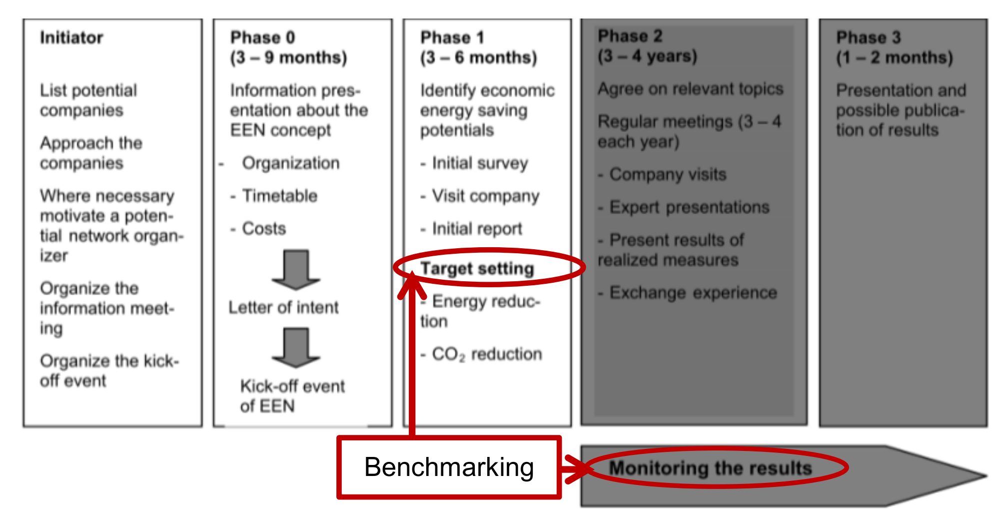
There are several connecting factors between energy management and energy efficiency benchmarking. The principles of EN 16231 can be embedded in the energy management as an integral element. For that purpose, it is listed as an instrument in the energy management systems standard ISO 50001.[3] Energy efficiency benchmarking can assist the planning of energy targets and the review of energy efficiency progress.

[3] Cp. DIN ISO 50001:2011: 23

2.2.1 Realistic planning of energy targets

In the context of planning the energy management system, the development of energy targets is of great importance. Energy targets should be realistic and therefore aligned with the actually existing potentials to increase energy efficiency. The formulation of energy targets must be preceded by a comprehensive assessment of the initial energy situation. Energy efficiency benchmarking can provide information on potential savings in connection with individual processes or the entire production process. This requires references to similar processes within the same organisation or other organisations.[4]

Usually, small and medium-sized enterprises (SMEs) do not have comparable internal systems. Therefore, they have to rely on external benchmarking, i.e. a comparison of their processes with those of other organisations. If energy efficiency benchmarking is to be used as the basis for the definition of energy targets, the operational energy management becomes a cross-organisational task. Due to the fact that the coordinator needs to have insight into information on energy parameters and passes them on to the benchmarking participants in an anonymous form, trust in the coordinator and amongst the companies is essential. For that reason, a promising approach is to implement energy efficiency benchmarking in existing inter-organisational networks that have been set up the collective goal to increase their energy efficiency. In those cases, trust amongst each other and in the coordinator has already been established.



Placement of Benchmarking in the network cycle of the LEEN-system

Source: own image (adelphi) on basis of LEEN o.J.: 2

These structures can be found, for example, in the Learning Energy Efficiency Networks (LEEN). Since LEEN constitutes an organisational and cross-sectoral approach to energy management there are good reasons to compare especially the processes within the cross-sectional technologies. The system technology in LEEN companies is assessed locally by energy experts. Thus, a high grade data quality and a correct definition of the benchmarking boundaries within these companies are warranted.

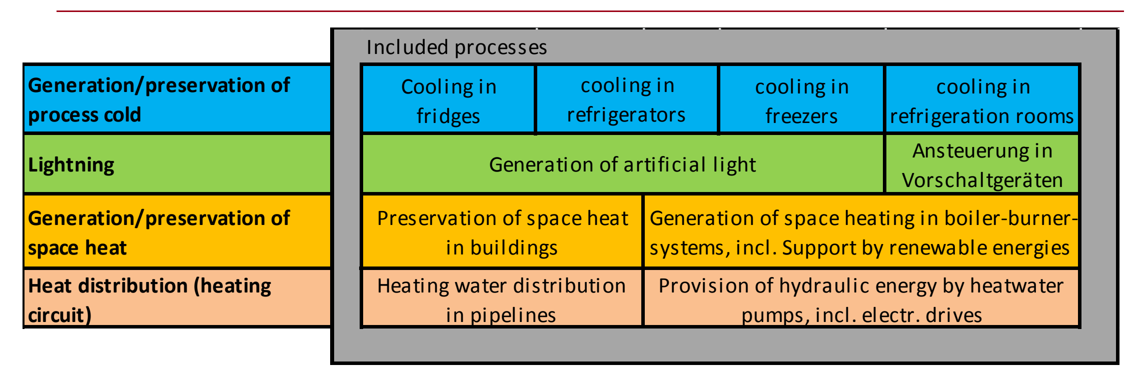
[4] Cp. DIN EN 16231:2012: 21

2.2.2 Significant evaluation of the energy efficiency progress

The principles of energy efficiency benchmarking pursuant to EN 16231 are appropriate tools to assess the increase in energy efficiency in the course of the monitoring. In this case, the energy relevant data of a process is compared along the time axis. A continuous monitoring and comparison with the baseline (baseline situation in the defined reference year) are already integral components of energy management systems according to ISO 50001. However, the energy management systems standard hardly addresses the question of comparability. Therefore, a monitoring approach that is based solely on the specific energy consumption is very common. In those cases, a linear dependence of the energy use on the production volume is presumed. In practice, however, many other factors affect the energy use (changing weather conditions, changes in manufacturing depth etc.). Failure to take these influences into account can lead to false conclusions.

In some cases, the energy performance indicator has to be adjusted with the help of correction factors in order for it to be able to provide significant results on the energy efficiency of a process in the case of (traceable) deviations in ancillary conditions and input and output units. If the principles of EN 16231 are taken into account in addition to the ISO 50001, the significance of the monitoring in the context of an energy management system increases significantly. Regarding the monitoring process in Energy Management Systems also the International Performance Measurement and Verification Protokol (IPMVP) can be applied to consider these aspects.

2.3 Summary of energy efficiency benchmarking of processes in individual systems



Selection of examination areas for the development of benchmarks in processes

Source: own image (adelphi)

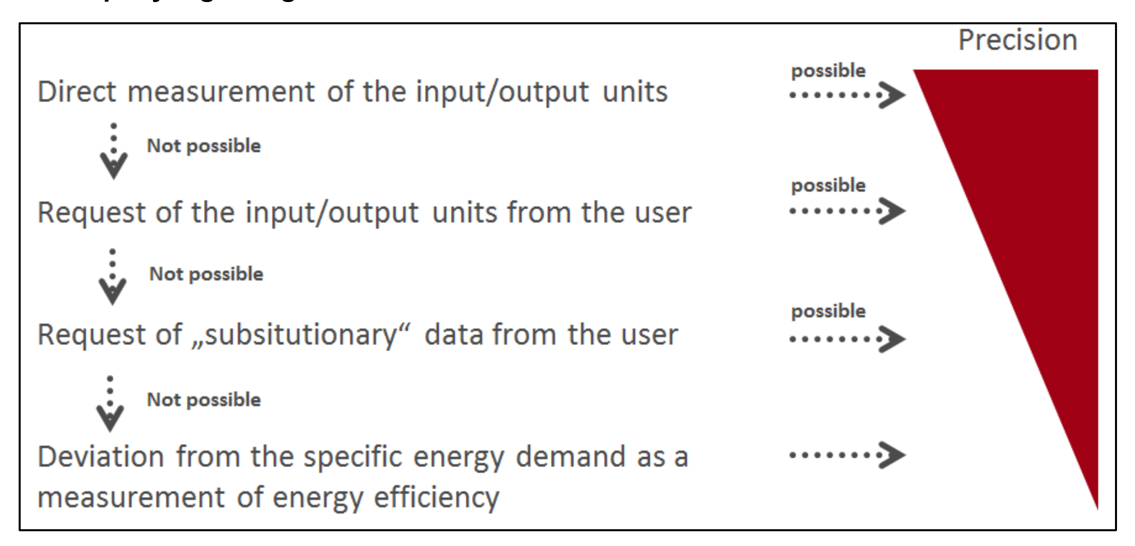
The opportunities to develop online-based benchmarking systems for individual processes in system technologies were identified with the help of examples. Typical challenges and difficulties were also identified. The benchmarks should not be determined in the benchmarking itself, but calculated on the basis of the best available technology pursuant to eco-design. The calculations have the purpose of illustrating the general approach, the complexity and the challenges of energy efficiency benchmarking. In the context of the analyses, procedures for online-based benchmarking of selected processes and process chains were described and difficulties arising throughout the calculation were demonstrated exemplarily. In addition, uncertainties were identified. Some of the difficulties are discussed below in order to allow for learning effects with regard to benchmarking for other processes.

2.3.1 Challenges

Use of benchmarks provided in literature

During the investigations, which are not explained in the short version of the report, the benchmarks were not established in the benchmarking as such, but calculated on the basis of eco-design. This entails the general problem that in eco-design, energy efficiency classes are measured under uniform laboratory conditions. As a result, the benchmarking boundary between the benchmarks pursuant to eco-design does not sufficiently coincide with the systems in the benchmarking. If a benchmark is not determined in the benchmarking as such, it has to be ensured that it coincides with the benchmarking boundary or the deviations must be accurately traceable.

Data query regarding the numerator and denominator of the EPI



Effect of the data collection method on the precision in benchmarking (simplified)

Source: own image (adelphi)

The energy performance indicator reflects the specific energy consumption. The energy use is compared to the benefit generated within a process. The quality of the indicator depends on the precise definition of the output and input units and the accuracy of the data collection.

- direct measurement of the input/output units

The direct measurement is ideally suited for an accurate and comprehensive data query. The structuring of the energy performance indicator does not require comprehensive calculations if the benchmarking boundary does not allow for deviations. Simple ratios are formed for the relation between the energy use and the generated benefit. The benchmarking systems developed here exemplarily for the online usage are only partially able to determine data needed for the energy performance indicator through measurement.

- request of the input/output units from the user

Due to the lacking possibility to carry out measurements, the benchmarking relies on user input. The origin and accuracy of the data the user inputs in online-based benchmarking systems are based on is unknown – and so are the users themselves. It cannot be assumed that measurement techniques other than electricity meters etc. are available. Correct reading by the user cannot be presupposed either. Thus, the data accuracy is uncertain.

- request of “substitutionary” data from the user

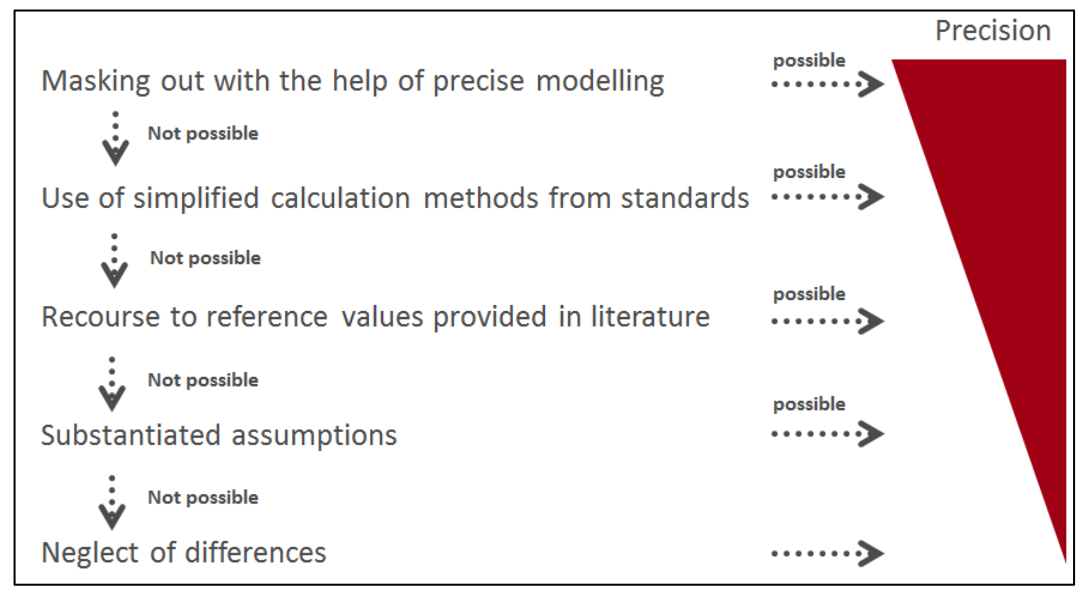
Information on the useful heat demand is required for the development of benchmarking systems for the generation and preservation of space heating and the heat distribution.

Since the existence of heat meters and the knowledge of the user as regards the useful heat demand were not presupposed initially, the climate-adjusted, specific heating demand has instead been retrieved from energy performance certificates. Using the effective climate factors as well as requested information on the building's useful area, this is then used to determine the useful heat demand. This method already implies a correction and is inaccurate in so far as climatic factors are over-simplified and the data given in energy certificates merely constitute snap-shots that also presume standardised user profiles. Due to this problem, a revised version of this chapter requested the installation of heat meters.

- deviation from the specific energy consumption as a measurand of energy efficiency

In the case of cooling units it was not possible to refer to the actually appropriate reference value (the mass of the substances cooled in a cooling unit, taking into account the heat capacity and initial temperature) due to the lacking measurability of the data. Thus, the maximum filling volume of the refrigeration unit was used alternatively. However, this reference value does not reflect with sufficient precision the food refrigeration's value and presupposes congenerous loading. As far as the lighting is concerned it was necessary to consider the installed capacity due to the fact that it was not possible to retrieve the useable energy light. Furthermore, there was no feasible "second best" energy-related reference value available. Comparisons referring to the installed capacity are unsuitable for benchmarking as they fail to provide information on the energy efficiency in case of practical applications.

Achieve comparability with correction factors



Effect of the correction method on the precision in benchmarking (simplified)

Source: own image (adelphi)

Corrections are accurate if the deviations from the benchmarking boundaries can be traced precisely. In the ideal case it is not necessary to resort to corrections because all compared processes are in accordance with the defined benchmark boundary (input and output units, boundary conditions). The following alternatives are available in case corrections are to be undertaken:

- blinding out with the help of precise modelling

Corrections are most accurate if the particular differences that are to be corrected are clearly identified and their impact on the energy use can be reconstructed on the basis of an accurate modelling. In the developed benchmarking system for the provision of heating energy, the energy export of a CHP was individually traced and adjusted on the basis of a very simple modelling. Depending on the respective case of application, the modelling can become rather complex (for example, if the developed benchmarking system for heating water had not determined the pressure loss in the distribution network on the basis of the building dimension, but on the basis of the hydromechanics).

- use of simplified calculation methods from standards

In cases in which differences cannot be modelled easily and resources for complex modelling cannot be provided, it is often possible to resort to simplified calculation methods from standards. The simplified efficiency procedure of the DIN 18599 was used in the benchmarking system developed for illumination. The benchmarking on heating water distribution was also based on simplified calculation methods of the DIN 18599 as an alternative to modelling. Simplified calculation methods from standards are based, inter alia, on approximate values. Their use is, however, generally accepted.

- recourse to reference values provided in literature

In some cases it was necessary to resort to reference values provided in literature (e.g., load profile for heating pumps from eco-design) to carry out the corrections. In the end, reference values are mean values that deviate from the individual case.

- well-founded assumptions

In case literature fails to provide values it is possible to make assumptions. These need to be well-founded, which means that they should be based on experience and professional expertise. This approach was chosen for the benchmarking system for heating water distribution for the annual operating time of heating circulation pumps. Assumptions, however, are the worst possible basis for the correction of differences.

- neglect of differences

Often it was neither possible to resort to the user’s data, reliable reference values nor to assumptions. In such cases, a consideration of the individual case was dispensed with and homogeneity was presupposed. In the case of the benchmarking boundary building this applies to, for example, the internal heat gains. In the case of refrigeration units, differences in the ambient temperature were not considered.

2.3.2 Potentials

The studies on benchmarking of individual processes regarding system technologies have shown that the use of user inputs is not feasible if the requirements of EN 16231 are to be complied with. Without measurements, a considerable amount of required information is not available to the user. The exemplary development of benchmarking systems for processes in individual technologies has shown that the results will be inaccurate if the benchmarking allows for compromises in terms of quality and is tailored to the data provided by the user. If the benchmarking is intended to compare a large number of processes from different regions, an individual metrological on-site examination by experts is too costly.

For an extensive, accurate and cost-effective benchmarking, the data collection should be carried out with the help of permanently installed, automated measurement systems that can be read from a distance. This averts the use of generalised reference values that distort the significance. Furthermore, automated measurement is capable of solving the problem of cumbersome and inaccurate manual user inputs. Another great advantage of using permanently installed, automated measurement systems is that benchmarking can take place continuously and constantly provide updated results.

In the context of space heating generation, such a system can be implemented already (inexpensive heat meters available). However, for other areas of technology, appropriate measuring systems have yet to be developed. The development and dissemination of such measuring systems is supported by the fact that the operator can benefit from the benchmarking opportunities as well as several other positive effects. In that regard, the condition monitoring possibility is the most important benefit. It facilitates the prediction of defects in equipment technologies and thus reduces the likelihood of production losses. Furthermore, permanently installed measuring technology can be used for energy controlling, the control of technical systems according to demand or in the context of demand side management.

If the requirements for automated remote measurement of all required data are given, benchmarking has the potential to be a powerful tool for accurate, uncomplicated identification of energy efficiency potentials on the level of the individual process.

2.3.3 Recommendations for action

In order to implement in the medium term automated benchmarking systems that provide precise statements on energy efficiency potentials in technologies, the respective have to be created. In that regard it is advisable to take measures that accelerate the innovation of automated measuring systems and their dissemination in the market:

- **establish an interdisciplinary research network to stimulate an integrative exchange of experience gained in the different application areas of permanently installed measuring systems**

- **establish an automated energy efficiency benchmarking system in the public housing stock for unerring modernisation measures and demonstration purposes**

2.4 Summary of energy efficiency benchmarking of entire production processes

In the past, online-based benchmarking systems for the entire product manufacturing at the company level have already been established in many ways. In the context of the study, recommendations for benchmarking in 30 trade and industry sectors were provided. Furthermore, available reference values were collected for benchmarks. Considering the indicated benchmarking of entire production processes (company level) in sectors, the following statements can be made:

- It was possible to provide information on reference values that are appropriate for benchmarking in the respective sector. The benchmarking refers to the relation of energy use to the created benefit.
- Structuring the peer group on the basis of the German economic sectors seems appropriate. In order to ensure the best possible comparability, the respectively finest branch of the economic sectors (or PRODCOM) should be chosen as a basis for the benchmarking boundaries in terms of the output units (end product).
- Furthermore, the comparability of input units (raw products) should be ensured with the help of an appropriate definition of the benchmarking boundary in order to reflect the actual production process.
- The mentioned benchmarks were derived from different sources. The project documentation does not always indicate how the benchmarks were determined.
- It was not possible to verify the existence of a comprehensive documentation of the mentioned benchmarks. It is not immediately apparent, by whom the data was collected, whether they are based on measurements, in which year they were collected and how corrections were carried out. A complete documentation is an essential success factor for benchmarking to ensure that the significance of the data can be assessed.
- It should be emphasised that the development of the mentioned benchmarking was not yet based on a uniform standard. Therefore, the respective coordinators were not able to use a uniform "code".

2.4.1 Challenges

The biggest challenge when benchmarking entire production processes concerns the different manufacturing depths of companies, even if they belong to the same industrial sector. Although the same sector sufficiently ensures the production of the same main product, this does not necessarily also mean that the same by-products are produced and the same starting materials (input units: raw materials, semi-finished products) are used. Simple benchmarking systems that are meant to motivate can ignore this problem if necessary.

Where accurate results are required, by-products and starting materials must be considered in addition to the main products. The analysis of benchmarking projects in sectors did not sufficiently determine whether these aspects were taken into account, or whether the benchmarking boundaries are based solely on the economic sector.

In principle, the challenges of benchmarking processes that are formulated in chapter 4, also apply to the benchmarking of entire production processes in companies.

2.4.2 Potentials

Linking energy efficiency benchmarking to the data collection in energy audits can increase the quality of benchmarking the entire production process in companies significantly. This approach is already adopted, for example, in the Austrian SME initiative (similar to the German program “Energy consultancy in SMEs” of the KfW). The reporting is carried out via online forms by the energy auditors. Subsequently, the data is used for the development of benchmarks. If energy auditors gathered information about the company’s main products as well as the input units (raw materials, semi-finished products), it would be easier to consider the production depth and define the benchmarking boundaries more accurately. Furthermore, recurring audits would prevent obsolescence of the determined benchmarks.

After developing the benchmarks from the energy audit reports, the comparison can be carried out on the basis of user input. User input provided by the company itself serves only the evaluation of the data by the company in question and does not influence the benchmark.

In general, the data collection benefits from the fact that the data needed in order to develop the benchmark can be accessed relatively easily by the energy auditor. Important data can be retrieved directly from the accounting reports of a company (for example the amount and type of purchased energy, raw materials and semi-finished products).

In addition, the potential that results from the improved remote reading of required data for the online-based benchmarking of individual processes in the medium to long term, applies also to benchmarking of entire production processes. If input and output units and the boundary conditions of individual processes are captured accurately, their configurations and entire production process can be considered, too. If all required data was collected automatically, the user would receive both reliable estimates of the energy efficiency of the entire production process and the energy efficiency of relevant individual processes of the technology.

2.4.3 Recommendations for action

In order to create the preconditions for the use of benchmarking to give more accurate statements on energy efficiency potentials at the level of the whole company, the following measures should be adopted:

- **Develop online forms for reporting through energy auditors to ensure that collected data can be used for energy efficiency benchmarking in the future (Dovetailing of Audits following EN 16247 with Benchamrking following EN 16231).**
- **Instruct energy auditors to collect data on the manufacturing depth (main products, by-products, used raw materials and semi-finished products) in the context of energy audits in order to sharpen up the benchmarking boundaries.**
- **Continuous, widely automated development of benchmarks on the basis of the energy audit reporting**
- **Provide input forms for companies (including selection possibilities for production depth) allowing for a comparison with the benchmark**

3 Einleitung

Energieeffizienzmaßnahmen stellen häufig sehr rentable Investitionen dar, dennoch werden sie nur zögerlich umgesetzt. Eines der wesentlichen Hemmnisse ist der hohe Aufwand, der mit der Identifikation der Einsparpotentiale in Unternehmen verbunden ist. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) tun sich schwer, energetische Mängel bei Anlagentechnik und Gebäuden aufzudecken. Um beurteilen zu können, ob Anlagen oder Gesamtorganisationen energieeffizient arbeiten, werden Referenzwerte benötigt. Ohne die Möglichkeit zum gegenseitigen Vergleich können Unternehmen keine Aussage treffen, ob sie vergleichsweise energieeffizient oder vergleichsweise wenig energieeffizient wirtschaften. Energieeffizienz-Benchmarking bietet eine Einschätzungsmöglichkeit der Energieeffizienz, indem es den spezifischen Energiebedarf vergleichbarer Prozesse bis hin zu gesamten Produktionsprozessen vergleicht. Ausschlaggebend für die Beurteilung der Energieeffizienz ist der Abstand zur definierten Benchmark, die den erreichbaren Zielwert für die vergleichbaren Prozesse darstellt. Benchmarking wird bereits in zahlreichen Anwendungsfällen in der Praxis eingesetzt. Die Bandbreite reicht von der Bereitstellung erster Möglichkeiten zur Selbsteinschätzung für Unternehmen bis hin zur Definition von Zielvorgaben.

Die Energieeffizienz-Richtlinie, die vom Europäischen Rat und dem Europäischen Parlament verabschiedet wurde und am 4. Dezember 2012 in Kraft getreten ist, bietet konkrete Chancen für die Anwendung von Benchmarking als politisches Lenkungsinstrument. Ferner steht mit der im November 2012 erschienenen Norm EN 16231 erstmals ein einheitlicher Katalog an Anforderungen bereit, der die Funktionsfähigkeit und Qualität eines Energieeffizienz-Benchmarkingsystems sicherstellt.

Das Umweltbundesamt (UBA) hat dieses Forschungsvorhaben in Auftrag gegeben, um die methodischen Grundlagen für den Aufbau onlinebasierter Energieeffizienz-Benchmarkingsysteme zu legen. Perspektivisch sollen Industrie- und Gewerbeunternehmen die Möglichkeit erhalten, sich anhand der produzierten Güter und anhand der Ausgabeeinheiten einzelner Prozesse in Querschnitts- und Branchentechnologien in ihrer Energieeffizienz vergleichen zu können. Dabei sollen die Anforderungen der Benchmarking-Norm EN 16231 beachtet werden. Diese Studie soll die erste Grundlage für die Entwicklung dieser Systeme liefern und die wesentlichen Herausforderungen erläutern, die beim Benchmarking entstehen. Zu diesem Zweck soll die Norm EN 16231 anschaulich strukturiert erläutert und ausgewählten Benchmarking-Vorhaben aus der Praxis gegenübergestellt werden. Ferner sollen für 10 Prozesse in Querschnitts- und Branchentechniken exemplarische Benchmarking-Systeme entworfen und für 30 Industrie- und Gewerbebranchen bestehende Benchmarks gesammelt werden. Darüber hinaus soll die Rolle geklärt werden, die Benchmarking im betrieblichen Energiemanagement einnimmt.

Im Rahmen des Vorhabens wurde ein Fachgespräch mit Experten durchgeführt, die bereits Benchmarking-Vorhaben durchgeführt haben oder aufgrund ihres fachlichen oder beruflichen Hintergrunds wichtige Stakeholder sind. Zu Demonstrationszwecken wurde ferner ein erstes Online-Tool erstellt.

Der Fokus der Untersuchungen wurde im Auftaktgespräch und den folgenden Projekttreffen zwischen dem Auftraggeber Umweltbundesamt (UBA), dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und den Auftragnehmern adelphi und der Österreichischen Energieagentur abgestimmt und präzisiert. Die exemplarisch entwickelten Benchmarking-Systeme sollen so konzipiert werden, dass sie sich für den Einsatz innerhalb eines onlinebasierten Energieeffizienz-Benchmarking eignen. Das Vorhaben dient dazu, eine methodische Grundlage für die Entwicklung künftiger Benchmarking-Systeme nach der EN 16231 zu schaffen. Die Entwicklung neuer Benchmarks, die über Demonstrationszwecke hinausgehen und umfassende Analysen vor Ort in Unternehmen voraussetzen, ist nicht Ge-

genstand der Studie. Die hier entwickelten Systeme sollen die Herausforderungen beim Benchmarking exemplarisch veranschaulichen, um die methodischen Grundlagen für die Entwicklung künftiger onlinebasierter Benchmarking-Systeme zu liefern.

Im Verlauf dieser Studie werden zunächst die Anforderungen der EN 16231 anhand eines 10-Punkte-Plans strukturiert, durch Praxisbeispiele erläutert und mit Empfehlungen zur Umsetzung ergänzt. Im Anschluss werden die zentralen Herausforderungen, die bei künftigen Benchmarkingvorhaben einzelner Prozesse beachtet werden sollen, anhand exemplarisch entwickelter Benchmarkingsysteme mit 10 Prozessen in Querschnitts- und Branchentechnologien ermittelt. Als Grundlage für die jeweilige Benchmark werden vorzugsweise die höchsten Energieeffizienzklassen genutzt, die im Rahmen von Ökodesign für verschiedene energierelevante Produkte ausgearbeitet wurden. Die jeweils identifizierten Herausforderungen beim Benchmarking werden sowohl in den einzelnen Kapiteln zum jeweiligen Prozess als auch prozessübergreifend erläutert, damit die Erkenntnisse auch für Benchmarking-Vorhaben in anderen Prozessen angewendet werden können. Ferner werden für Produktionsprozesse in 30 Industrie- und Gewerbebranchen vorhandene Kennzahlen und Benchmarks gesammelt sowie Empfehlungen zur weiteren Clusterung und zu branchenspezifischen Vorgehensweisen herausgearbeitet. Die Erkenntnisse und Einschätzungen zum Benchmarking in Branchen werden anschließend übergreifend erläutert. Die Bedeutung von Energieeffizienz-Benchmarking für das betriebliche Energiemanagement wird in einem separaten Kapitel veranschaulicht.

Eine Auswahl der entwickelten exemplarischen Benchmarking-Systeme wird zu Demonstrationszwecken in einem onlinebasierten Benchmarking-Tool umgesetzt. Im Rahmen des Vorhabens wird ein Fachgespräch zum Thema „Perspektiven für Energieeffizienz-Benchmarking“ durchgeführt, um die Einschätzungen wichtiger Stakeholder und Erfahrungsträger einzubeziehen.

Die Ergebnisse zum Benchmarking einzelner Prozesse und Prozessketten (Ebene der Anlagentechnik) und zum Benchmarking gesamter Produktionsprozesse (Unternehmensebene) werden im jeweiligen Kapitel in eigenen Fazits zusammengefasst. Die Gesamtergebnisse der Studie werden am Ende der Studie im Resümee zusammengetragen. Darauf aufbauend werden Handlungsoptionen aufgezeigt, wie mithilfe der Realisierung von Energieeffizienz-Benchmarkingsystemen zentrale Anforderungen der aktuell beschlossenen EU-Energieeffizienzrichtlinie umgesetzt werden können und wie die Politik zur Verbreitung aussagekräftiger Benchmarkingsysteme beitragen kann.

4 Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231: ein Vorgehensplan in 10 Schritten

Mit der Benchmarking-Norm EN 16231 steht erstmals ein allgemeingültiger und einheitlicher Anforderungskatalog an die Erhebung und Auswertung betrieblicher Energiedaten im Sinne von Energieeffizienz-Benchmarking zur Verfügung. Die EN 16231 bezieht sich sowohl auf externes, organisationsübergreifendes Benchmarking, als auch auf internes Benchmarking. Sie eignet sich ferner zum Aufdecken von Energieeffizienzunterschieden innerhalb einer Organisation und kann sowohl für Energieeffizienz-Benchmarking ganzer Produktionsprozesse, als auch für deren Teilbereiche und einzelne Prozesse in Anlagentechniken, angewendet werden.[5] Auch eine Auswertung hinsichtlich der historischen Entwicklung der Energieeffizienz ist möglich.[6]

Im Folgenden werden die wesentlichen Anforderungen der EN 16231 erläutert und ausgewählte Umsetzungen von Energieeffizienz-Benchmarking in der Praxis veranschaulicht. Dazu wurden die Anforderungen der Norm in 10 Schritte strukturiert, die in ihrer Gesamtheit einen ersten Vorgehensplan für die praktische Umsetzung bilden. Am Ende eines jeden Schrittes werden Handlungsempfehlungen gegeben.

- Festlegung der Ziele, Abläufe und Verantwortlichkeiten (vgl. Kapitel 2.1)
- Gestaltung der Benchmarking-Zielgruppe (vgl. Kapitel 2.2)
- Deutliche und genaue Definition der Benchmarking-Grenze (vgl. Kapitel 2.3)
- Entwurf des einheitlichen Energy Performance Indicators (vgl. Kapitel 2.4)
- Einsatz von Korrekturfaktoren (vgl. Kapitel 2.5)
- Sicherstellung der Vertraulichkeit der Eingabedaten (vgl. Kapitel 2.6)
- Eindeutige und verständliche Datenerhebung (vgl. Kapitel 2.7)
- Prüfung der Eingabedaten auf Plausibilität und Verlässlichkeit (vgl. Kapitel 2.8)
- Aussagekräftige Auswertung und Überprüfung der Ergebnisse (vgl. Kapitel 2.9)
- Transparente Berichterstattung (vgl. Kapitel 2.10)

Darüber hinaus benennt die Norm den Einsatz von Benchmarking als Instrument im betrieblichen Energiemanagement.[7] Die Implikationen für Energiemanagementsysteme, die sich aus den Prinzipien von Energieeffizienz-Benchmarking für Energiemanagementsysteme ergeben, werden in Kapitel 3 diskutiert. Die Frage des Einsatzes der Norm als Planungsinstrument wird mit Bezugnahme auf das Konzept der Lernenden Energieeffizienz Netzwerke (LEEN) erörtert. Zur Veranschaulichung der Implikationen der Norm auf die Überwachung des Energieeffizienzfortschritts (Monitoring) wird ein Bezug zum International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP) hergestellt.

Folgende Studien, Projekte und Vorhaben wurden bei der Entwicklung des Vorgehensplans zur Anwendung der EN 16231 einbezogen:

[5] Vgl. DIN EN 16231:2012: 4f.

[6] Vgl. DIN EN 16231:2012: 10

[7] Vgl. DIN EN 16231:2012: 4f.

- **Studie der Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) zur „Ermittlung von Energiekennzahlen für Anlagen, Herstellungsverfahren und Erzeugnisse“**
  Die Studie beschreibt die die Gestaltung von Energiekennzahlen und die Abgrenzung von Prozessen anhand von Systemgrenzen. Ziel der Studie war es, eine Methodik zur Ermittlung spezifischer Energiekennzahlen zu erarbeiten.

- **Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)**
  Im Rahmen des Intelligent Energy Europe Projektes „BESS - Benchmarking and Energy Management Schemes in Small and Medium Size Enterprises“ wurde ein internetbasiertes Benchmarkingsystem entwickelt und von 175 klein- und mittlere Unternehmen aus fünf verschiedenen Branchen in 19 europäischen Ländern getestet.

- **KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung**
  Die KMU-Initiative wurde geschaffen, um ein strukturiertes, flächendeckendes Anreizsystem für Energieberatungen bereitzustellen. Dieses soll es den Betrieben erleichtern, geeignete wirtschaftliche Maßnahmen umzusetzen. Bis Ende 2011 wurden in der KMU-Initiative rund 1.600 österreichische Betriebe aus mehr als 85 Branchen zur Energieeffizienz beraten.

- **Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe**
  adelphi betreut seit dem Jahr 2006 die Energiekampagne Gastgewerbe, eine Informationsoffensive des Deutschen Hotel und Gaststättenverbands (DEHOGA). Teil des Angebots ist das „Energiesparprogramm“. Es ermöglicht registrierten Nutzern der Energiekampagne einerseits das Monitoring ihres Energieverbrauchs und andererseits einen Vergleich mit anderen Gastgewerbebetrieben.

- **Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels**
  Im Rahmen des europäischen Emissionshandels werden an Unternehmen der emissionshandelspflichtigen Branchen eine bestimmte Menge Emissionszertifikate kostenlos ausgegeben. Wenn der Bedarf die Zuteilungsmenge überschreitet, müssen Unternehmen zusätzliche Emissionszertifikate hinzukaufen. Ab 2013 wird sich der Mechanismus für die Berechnung der kostenfreien Zuteilung ändern. In der Vergangenheit erfolgte die Zuteilung auf Basis der historischer Emissionsdaten, was dazu führte, dass Unternehmen mit historisch hohen Emissionen bessergestellt wurden als Unternehmen mit historisch niedrigeren Emissionen. Zukünftig erfolgt die Zuteilung – nach dem Prinzip der besten verfügbaren Technologie – im Rahmen von Benchmarking. Unternehmen erhalten nur so viele Emissionszertifikate, wie die 10 % vergleichbaren Unternehmen mit den niedrigsten Emissionen benötigen.

- **Energy Master plus**
  Im Gegensatz zu den weiteren vorgestellten Benchmarking-relevanten Projekten handelt es sich beim Excel-basierten „Energy Master plus“ um eine kommerzielle Software.[8] Die Software wurde von der TIP Energieberatung entwickelt und enthält Referenzwerte zu einzelnen Wirtschaftszweigen.[9]

[8] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.a: o.S.

[9] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 1ff.

4.1 Festlegung der Ziele, Abläufe und Verantwortlichkeiten

4.1.1 Anforderungen der EN 16231

Ziele: Vor der Durchführung eines Energieeffizienz-Benchmarking soll der Zweck des Benchmarking-Vorhabens geklärt und die Zielstellung genau definiert werden. Die Norm gibt Folgende Beispiele für Erfordernisse, die einem Benchmarking-Vorhaben zugrunde liegen können:

- Für die Festlegung realistischer Energieziele (Anm.: z. B. im Rahmen des Energiemanagements).
- Die Energiedaten einer Gruppe sollen fortlaufend erfasst und verglichen werden, um Energieeffizienzveränderungen unter Berücksichtigung bewährter Vorgehensweisen nachvollziehen zu können.[10]
- Ein bracheninterner Vergleich soll Energieeffizienzpotentiale aufdecken, damit Organisationen zielgerichtet Energieeffizienzmaßnahmen angehen können

Abläufe: Weiterhin muss ein dokumentierter Projektplan entwickelt werden, der die einzelnen Schritte des Benchmarking-Vorhabens wider gibt. Der Projektplan ist mit allen Beteiligten abzustimmen,[11] um einen breiten Konsens sicherzustellen und somit Konflikten vorzubeugen.

Verantwortlichkeiten: Ein Koordinator muss benannt und dessen Aufgaben definiert werden. Der Koordinator sollte umfassende Kenntnisse im Energiemanagement mitbringen und mit der Branche bzw. der Anlagentechnik und den Erzeugnissen vertraut sein, auf die das Benchmarking angewendet wird.[12] Die Verfügbarkeit eines kompetenten Koordinators ist Voraussetzung dafür, dass die anspruchsvollen Aufgaben professionell bewältigt werden können (bzgl. Benchmarking-Grenzen, Korrekturen, Anonymisierung, Ablauflenkung etc.).

4.1.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

Zwar lag der Studie kein Benchmarking-Projekt zugrunde, jedoch geht sie neben der Methodik für Energiekennzahlen auch darauf ein, unter welchen Voraussetzungen die Energiekennzahlen als Vergleichskennzahlen verwendet werden können. Methodik und Vorgehen wurden allgemeingültig erläutert und anhand von Beispielen veranschaulicht. Auf die Rolle eines Koordinators im Benchmarking wurde nicht eingegangen.[13]

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)

Ziel des BESS-Benchmarking ist es, Betrieben die Möglichkeit zu geben, ihre Energieeffizienz anhand ausgewählter Energiekennzahlen mit europäischen Betrieben ihrer Branche anonym und vertraulich zu vergleichen. Durch die Ausweitung der Zielgruppe auf die euro-

[10] Vgl. DIN EN 16231:2012: 4f.

[11] Vgl. DIN EN 16231:2012: 9f.

[12] Vgl. DIN EN 16231:2012: 9.

[13] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: o.S.

päische Ebene erhoffte man sich eine genügend große Beteiligung von Betrieben, um vergleichbare Kategorien bilden zu können (zum Beispiel Molkereien, die hauptsächlich Hartkäse oder hauptsächlich Joghurt erzeugen).

Der norwegische BESS-Partner war für die Entwicklung des BESS-Benchmarkingsystems verantwortlich. Dort gibt es bereits seit Ende der 1990er Jahre ein Benchmarkingsystem, indem 60 % der Industriebetriebe (gemessen am Energieverbrauch) beteiligt sind.

Je eine Person aus jedem der 19 teilnehmenden Länder wurde zum nationalen Benchmarking-Administrator ernannt, der verantwortlich für die Anwerbung von Unternehmen und die Qualitätskontrolle der von den Unternehmen vorgelegten Daten in ihren jeweiligen Ländern war. Ein zentraler Administrator war für die Konfigurierung der Benchmarking-Anwendung mit neuen Benchmarking-Klassen in Übereinstimmung mit den zuvor abgestimmten Methoden verantwortlich (norwegischer Partner).[14]

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Ziel der Auswertung der österreichischen KMU-Initiative des Klima- und Energiefonds zur Entwicklung von Benchmarks ist es, Organisationen der verschiedenen Wirtschaftszweige eine erste Orientierung zur Selbsteinschätzung ihrer Energieeffizienz zu ermöglichen. Die Voraussetzungen für weiterführende Auswertungen und die Bildung von Benchmarks sind optimal, da die Datensätze aller Einzelberatungen in einem standardisierten elektronischen Datenblatt erfasst werden.

Ein Ziel der Initiative ist die Entwicklung von praxistauglichen Benchmarks für energierelevante Branchen, da die Ergebnisse der Auswertung österreichischen Betrieben zur Verfügung stehen sollen, um ihre eigenen betriebsinternen Daten mit den Kennzahlen der ausgewerteten Betriebe zu vergleichen. Einzelne Branchen können hinsichtlich ihres Energieeinsatzes und ihrer Hauptverbraucher ausgewertet und darauf basierend Einsparpotentiale, CO_2-Emissionen sowie Energiekennzahlen ermittelt werden.

Das Benchmarking-System wird im Rahmen der KMU-Initiative zentral koordiniert. [15]

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

Die Zielsetzung der Benchmarking-Funktion des Energiesparprogramms ist es, Hoteliers und Gastronomen eine Möglichkeit zur Selbsteinschätzung zu geben. Dabei geht es weniger um die Darstellung einer Rangfolge, sondern um eine Hilfestellung, die es Hoteliers und Gastronomen erleichtert, sich die eigenen betrieblichen Besonderheiten vor Augen zu führen und zu hinterfragen.

Grundlage für das Benchmarking sind die Energieprofile mit Informationen zu Energiebedarf und Betriebsdaten, die Hoteliers und Gastronomen eigenständig anlegen, sowie die Methodik und der Vorgehensplan, die im Vorfeld entwickelt wurden.

[14] Vgl. BESS-Project: o.S.

[15] Vgl. KMU-Initiative: o.S.

Die laufende Koordination des Energiesparprogramms erfolgt durch adelphi. Begehungen der Betriebe sind dabei nicht vorgesehen, die Kommunikation mit den Nutzern des Energiesparprogramms erfolgt per Telekommunikation.[16]

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

Ziel des Benchmarking im Rahmen des Emissionshandels ist die Begrenzung der Ausgabe von Gratiszertifikaten auf diejenigen Emissionen, die beim Einsatz der besten verfügbaren Technologie in einer bestimmten Anlage anfallen.[17] Der Entwicklung des Benchmarking-Systems gingen umfassende Untersuchungen voraus. Zur Sicherstellung einer möglichst großen Akzeptanz unter den Nutzern wurden die einschlägigen Verbände bei der Entwicklung der Methodik mit einbezogen.[18] Das Benchmarking im Zuge des Emissionshandels unterscheidet sich grundlegend von den hier weiter angeführten Projekten, weil vom Abschneiden im Benchmarking geldwerte Vorteile für die emissionshandelspflichtigen Unternehmen abhängen. Entsprechend sorgfältig wurde bei der Entwicklung der Benchmarks vorgegangen.

Die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) ist als nationale Stelle für die Koordination des europäischen Emissionshandels in Deutschland und somit für die Zuteilung von Emissionszertifikaten an deutsche emissionshandelspflichtige Unternehmen verantwortlich.

Energy Master plus

Ziel des Energy Master plus ist es, Industrieunternehmen eine einfache Möglichkeit zur Analyse der energierelevanten Daten bereitzustellen. Es verfügt über ein Kennzahlensystem, anhand dessen die betrieblichen Daten ausgewertet werden. Anhand dieser Kennzahlen ist ein Vergleich mit anderen Unternehmen derselben Branche möglich. Es dient der Selbsteinschätzung der Energieeffizienz. Auf Basis des Vergleichs werden eine Bewertung des Energieverbrauchs und der Energiekosten abgeleitet und Prognosen zu Einsparpotenzialen und Energiesparmaßnahmen vorgenommen.

Die *Vorgehensweise* ist anhand eines Benutzerhandbuchs beschrieben.

Es steht *kein zentraler Koordinator* zur Verfügung, Unternehmen führen das Benchmarking selbstständig durch und erhalten Unterstützung durch eine Online-Hilfe.[19]

4.1.3 Ergänzende Empfehlungen

Die untersuchten Benchmarking-Projekte unterscheiden sich in ihrer Zielsetzung deutlich voneinander: Während etwa das Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe den Nutzern eine erste Möglichkeit zur Selbsteinschätzung bietet, hängen von den Benchmarking-Ergebnissen im Emissionshandel konkrete monetäre Werte in Form der Zuteilungsmenge von Emissionszertifikaten ab.

[16] Vgl. adelphi 2012b: o.S.

[17] Vgl. Amtsblatt der Europäischen Union 2011: 1.

[18] Herr Dr. Kollar (UBA), Interview vom 29. Februar 2012.

[19] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 4.

Zu Beginn eines Benchmarking-Projekts sollten sich die Initiatoren die Zielsetzung genau verdeutlichen. Hängen vom Abschneiden im Benchmarking für die Beteiligten direkte geldwerte Vorteile ab, sind die Anforderungen an die Aussagekraft höher als bei Benchmarking-Systemen, die einer ersten Selbsteinschätzung dienen. Je aussagekräftiger und exakter die Ergebnisse sein sollen, desto höher ist der Aufwand der Datenerfassung, der Benchmarking-Koordination und desto höher sind die notwendigen Mittel, die für das Vorhaben zur Verfügung gestellt werden müssen.

Die Projektplanung sollte sich an den Anforderungen des Benchmarking ausrichten. Es muss von Anfang an klar sein, was genau das Benchmarking für die Nutzer leisten soll – und was zu leisten es nicht in der Lage sein kann.

Unabhängig von der Komplexität des Benchmarkingsystems sollte immer ein Koordinator benannt werden. Er ist der „Kümmerer" des Benchmarking, der in Kontakt mit den Nutzern steht und für die ordnungsgemäße Durchführung des Vorhabens sorgt. Damit er seine Aufgaben erfüllen kann, sollte er mit den Prozessen, die im Benchmarking verglichen werden sollen, eingehend vertraut sein. Ferner benötigt er Kenntnisse im betrieblichen Energiemanagement, um die Arbeitspakete bei der Datenaufnahme in den Unternehmen nachvollziehen und Hilfestellung geben zu können.

4.2 Gestaltung der Benchmarking-Zielgruppe: Größe, Repräsentativität und Zusammensetzung

4.2.1 Anforderungen der EN 16231

Benchmarking-Zielgruppe: umfasst diejenigen Organisationen oder Einheiten, die mögliche Teilnehmer des Benchmarking-Vorhabens sind. Sie zeichnen sich durch vergleichbare Tätigkeiten, Erzeugnisse oder Dienstleistungen aus.[20]

Größe: Die Norm stellt keine konkreten Anforderungen an die mögliche Anzahl der Beteiligten, fordert aber für die Planung des Benchmarking entsprechende Überlegungen.

Repräsentativität: Die Gruppe der Beteiligten soll repräsentativ, homogen und genügend groß sein, wenn das Benchmarking statistisch gültige Ergebnisse liefern soll. Die Norm gibt keinen konkreten Mindestwert für die Mindestanzahl an Teilnehmern vor.

Zusammensetzung: Bei der Zusammensetzung der Teilnehmer ist darauf zu achten, dass die allgemein bekannten energieeffizientesten Betriebe einbezogen werden.[21]

[20] Vgl. DIN EN 16231:2012: 6.

[21] Vgl. DIN EN 16231:2012: 12.

4.2.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

Im Rahmen des Vorhabens wird gefordert, dass als Vergleichskennzahlen nur Energiekennzahlen von Anlagen verwendet werden sollen, die ähnlich sind und ähnlichen Rahmenbedingungen unterworfen sind. Übertragen auf die Auswertung im Rahmen eines Benchmarking bedeutet dies, dass die Vergleichbarkeit schon bei der Definition der Zielgruppe beachtet werden muss.[22]

Anforderungen an eine Mindestanzahl der Benchmarking-Teilnehmer lassen sich nicht aus der Studie ableiten.

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)

Zielgruppe: Die Gruppe der potentiell Beteiligten entspricht der Anzahl aller KMU in den beteiligten sieben Branchen der 19 teilnehmenden Länder. Auch die Ausweitung auf neue Länder und Branchen ist möglich.

Größe der Zielgruppe: Ein Ziel des internationalen BESS Benchmarkingsystems war es, eine hohe Anzahl von Betrieben einzubeziehen, damit vergleichbare Gruppen gebildet werden können.

Repräsentativität: Im BESS-Projekt wurden Datensätze von 15 Bäckereien, 39 Fleischereien und 73 Molkereien in das Benchmarkingsystem eingespeist. Im ExBESS-Projekt wurde das Benchmarkingsystem um die Branchen Tischlereien, Textilindustrie, Wäschereien und Brauereien erweitert. Auch die Anzahl der beteiligten Länder wurde von 11 auf 19 erhöht. In Summe wurden in der Pilotphase 175 Betriebe als registrierte Modell-Unternehmen in das BESS-Benchmarkingsystem aufgenommen. Die im BESS und ExBESS-Projekt erreichten 175 Betriebe aus 5 Sektoren in 19 Ländern werden eher nicht einer repräsentativen Menge entsprechen. In Österreich wurde der Sektor „Molkereien“ für die Testphase des Benchmarkingsystems gewählt. Die acht teilnehmenden Molkereien können als repräsentativ für den gesamten Sektor gesehen werden, da es nur mehr rund 35 Molkereien gibt und einige der Pilotbetriebe mehrere Standorte in Österreich haben (bis zu 10). Damit war der Großteil der Eigentümer der österreichischen Molkereien am Benchmarking beteiligt. Jene Betriebe, die mehrere Standorte haben, haben das BESS-Benchmarkingsystem für den Vergleich der eigenen Standorte herangezogen. Diese Werte wurden jedoch nicht in das Benchmarking-System eingespeist. In Norwegen wird eine repräsentative Anzahl an beteiligten Betrieben für die meisten Branchen erreicht worden sein.

Zusammensetzung: Am besten können Betriebe miteinander verglichen werden, wenn es sich um eine homogene Gruppe handelt, die dieselben Produkte in derselben Fertigungstiefe erzeugt und ungefähr gleich hohe Produktmengen produziert. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass in jedem Teilnehmerland die besten Unternehmen im Benchmarking vertreten sind.

[22] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 32.

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Zielgruppe: der Österreichischen KMU-Initiative sind KMU mit weniger als 250 Mitarbeitern und einem Umsatz von weniger als 50 Millionen Euro. Diese können eine Erst- und Umsetzungsberatung beantragen.

Größe: Im Rahmen der KMU-Scheck-Beratungen wurden bis Ende 2011 rund 1.600 österreichische Betriebe aus mehr als 85 Branchen bezüglich ihrer Energieeffizienz beraten. Aufgrund von positiven Evaluierungsergebnissen wurde die Initiative fortgesetzt. In der KMU-Initiative wird für unterschiedliche Gewerbe eine vorher definierte maximale Anzahl an Schecks vergeben, um zu verhindern, dass einzelne gut organisierte Branchen die vorhandenen Budgetmittel ausschöpfen, jedoch die gewonnenen Daten und Branchenkennzahlen sich auf wenige Branchen beziehen.

Repräsentativität: Ob die Gruppe der Beteiligten repräsentativ für eine Branche ist, ist abhängig von der Anzahl der durchgeführten Beratungen in der jeweiligen Branche. Mit Blick auf die spätere Auswertung muss auf eine ausreichende Stichprobengröße geachtet werden. Die Anzahl der Beratungen nach Branchen ist sehr unterschiedlich. Es ist davon auszugehen, dass vor allem Betriebe, die bereits am Thema Energieeffizienz interessiert sind, an der Initiative teilnehmen. Jedoch kann nicht beurteilt werden, ob in allen Branchen die energieeffizientesten KMU beteiligt sind.

Zusammensetzung: Die Beteiligten sind der Auftraggeber (Klima- und Energiefonds), die mit der Abwicklung der KMU-Initiative betraute Stelle (Kommunalkredit Public Consulting) und die Energieberater der beratenen Unternehmen. Als Energieberater kommen nur jene Personen in Frage, die eine spezielle Ausbildung für die Energieberatung im KMU-Bereich abgeschlossen haben. Die Auswahl des Beraters erfolgt grundsätzlich durch das Unternehmen.

Bei der Bildung der Benchmarks wurde darauf geachtet, dass Branchen mit einbezogen werden, in denen genügend Beratungen durchgeführt wurden. Des Weiteren wurde nach bracheninternen Kategorien gesucht, die eine homogene Gruppe abbilden und andererseits für Betriebe einfach nachzuvollziehen bzw. verfügbar sind. Für viele Branchen wurde bereits eine aussagekräftige Gruppe von Betrieben beraten und Benchmarks erstellt. Die hohe Anzahl von Betrieben in manchen Branchen ermöglichte die Bildung von homogenen Gruppen für die Auswertung von Kennzahlen. Zum Beispiel Kfz-Werkstätten mit oder ohne Lackiererei, Kfz-Werkstätten mit oder ohne Verkaufs- und Schauraum etc. Benchmarks für folgende Branchen wurden erstellt: Fleischer, Bäcker, Drucker, Metallverarbeiter, Tischler, KFZ-Betriebe. In der Auswertung sind die Daten von 28 Fleischern, 29 Bäckern, 13 Druckern, 20 Metallverarbeitern, 52 Tischlern und 90 KFZ-Betrieben enthalten.

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

Zielgruppe: Das Energiesparprogramm der Energiekampagne Gastgewerbe steht grundsätzlich allen Betrieben des Gastgewerbes zur Verfügung. Caterer und Betreiber von Campingplätzen sind im Benchmarking nicht berücksichtigt; die Vergleichskategorien umfassen Gaststätten, Hotels, Pensionen oder Gasthöfe. Insgesamt handelt es sich dabei um über 200.000 Unternehmen[23] in Deutschland. Eine Mitgliedschaft im DEHOGA ist nicht erforder-

[23] Vgl. DEHOGA Jahrbuch 2011: 179

lich. Voraussetzung für die Teilnahme ist ein Internetzugang und Computer-Kenntnisse. Im Gastgewerbe sind diese „weichen“ Voraussetzungen nicht bei jedem Unternehmer erfüllt.

Größe: Bei der Energiekampagne liegen über 1.000 Energieprofile vor, die sich aber nicht alle für Benchmarking des spezifischen Energieverbrauchs verwenden lassen. Nicht alle Datensätze enthalten etwa Angaben zur Auslastung (bei Hotels: Anzahl der Übernachtungen; bei Gast-stätten: Anzahl der servierten Gedecke). Eine automatische Beschränkung bzgl. der Mindestanzahl von Betrieben für die Bestimmung der Benchmark (bestes Quartil) erfolgt nicht. Es wird aber transparent dargestellt, wie groß jeweils die Benchmarking-Gruppe ist.

Repräsentativität: Da die Dateneingabe mit einem gewissen Aufwand verbunden ist, muss in einem Hotel oder einer Gaststätte bereits Interesse am Themenfeld Energie bestehen, damit Energieprofile eingegeben werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Nutzer des Benchmarking auch bereits stärker auf energiesparende Arbeitspraktiken der Mitarbeiter achten als diejenigen Nutzer, die sich nicht mit dem Themenfeld Energie beschäftigen. Daher ist anzunehmen, dass die Nutzer des Benchmarking tendenziell energieeffizienter sind als Betriebe, die nicht teilnehmen.

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

Zielgruppe: Unter den Emissionshandel fallen folgende Branchen

- Anlagen zur Energieerzeugung
- Raffinerien
- Eisen- und Stahlherstellung inklusive Kokereien
- Zementklinkerherstellung
- Kalk- und Dolomitherstellung
- Glas- und Mineralfaserherstellung
- Keramikindustrie
- Zellstoff- und Papierherstellung
- Anlagen zur Herstellung von Propylen, Ethylen und Ruß[24]
- Fluggesellschaften[25]

Zusammensetzung: Zukünftig werden kostenfreie Emissionszertifikate an die o.g. Branchen benchmarkbasiert zugeteilt. Eine Ausnahme bilden Anlagen zur Energieerzeugung, die ab 2013 keine freien Zertifikate mehr erhalten. Innerhalb der Branchen werden die Anlagen anhand der produzierten Produkte unterschieden, um die jeweiligen Vergleichsgruppen homogen zu gestalten. Demzufolge werden auch die einzelnen Benchmarks, soweit möglich, bezogen auf die Produktionsmenge festgelegt. Aufgrund der Tatsache, dass die Berichterstattung über Treibhausgasemissionen und Produktionsmenge seit Beginn des Emissionshandels obligatorisch ist, stehen der DEHSt umfassende Daten zu allen emissionshandelspflichtigen Anlagen zur Verfügung. Entsprechend genau können auch die Benchmarking-Gruppen gebildet werden und Produkt-Benchmarks berechnet werden.

[24] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011c: 4

[25] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2012: 1

Energy Master plus

Zielgruppe: Energy Master richtet sich an die Energieverantwortlichen von Industrieunternehmen aller Branchen.

Größe: Da die Vergleiche nicht zentral koordiniert werden, ist keine Aussage zur tatsächlichen Größe einer Vergleichsgruppe möglich.

Repräsentativität: Zur Sicherstellung eines Vergleichs in einer möglichst homogenen Vergleichsgruppe wird das deutsche Klassifizierungsschema der Wirtschaftszweige (Anmerkung: kompatibel mit NACE-Codes) herangezogen.[26] Zur Nutzung des Programms durch die Branchenbesten lässt sich keine Angabe machen.

4.2.3 Ergänzende Empfehlungen

Repräsentativität: Um eine repräsentative Menge an Betrieben im Benchmarking-System einzubeziehen, sollte die Zielgruppe schon im Vorfeld analysiert werden:

- Gibt es die Möglichkeit, homogene Gruppen zu bilden? (nach Erzeugnissen, Fertigungstiefe etc.)
- Wenn ja, wie viele Prozesse wären in einer homogenen Gruppe vertreten (reicht die Anzahl aus, um Anonymität zu gewährleisten und gültige Ergebnisse zu liefern)?
- Sind die potentiellen Beteiligten dazu bereit, sensible Daten an einen zentralen Koordinator weiterzugeben?
- Wie kann diese Gruppe überzeugt werden, beim Benchmarking mitzumachen?
- Wie können Pilotbetriebe gewonnen werden, die ihre Daten für die Erhebung der Benchmarks zur Verfügung stellen und als erste in das System gespeichert werden?
- Wo bestehen Finanzierungsmöglichkeiten für das Benchmarking zur Unterstützung?

Homogenität: Die Anforderungen an die Homogenität der Zielgruppe können je nach Ausrichtung des Benchmarking unterschiedlich sein. Nach EN 16231 ist die Vergleichbarkeit der beteiligten Prozesse eine wichtige Voraussetzung, weil beim Energieeffizienz-Benchmarking der spezifische Energieverbrauch von Verfahren mit derselben Ausgabe bewertet wird. Vergleichbar bedeutet jedoch nicht identisch.[27] Je nachdem, welches Ziel verfolgt und welche Aussagekraft angestrebt wird, desto höher oder niedriger sind die Anforderungen an die Homogenität der Zielgruppe.

Transparenz: Neben der Forderung nach der Homogenität der Vergleichsgruppen kristallisiert sich ein weiteres Gebot für Benchmarking heraus: Transparenz und die Bereitschaft zur Offenlegung der Grenzen der Leistungsfähigkeit des Benchmarking gegenüber den Nutzern bereits während der Formation der Vergleichsgruppen.

[26] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 8

[27] Vgl. DIN EN 16231:2012: 17

4.3 Deutliche und genaue Definition der Benchmarking-Grenze

4.3.1 Anforderungen der EN 16231

Vergleichbarkeit: Beim Energieeffizienz-Benchmarking muss besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, dass die Prozesse, die verglichen werden, auch tatsächlich vergleichbar sind. Grundsätzlich soll beim Energieeffizienz-Benchmarking der Energieverbrauch von Prozessen bewertet werden, die dieselbe Ausgabeeinheit erzeugen.[28] Ziel der Definition eindeutiger Benchmarking-Grenzen ist daher die Fokussierung auf Einheiten innerhalb der Vergleichsgruppe, die sich möglichst genau in ihren Eingabeeinheiten, Ausgabeeinheiten und Randbedingungen entsprechen.[29]

Teilprozesse: Die Eingrenzung kann (Anm.: je nach Zielsetzung und geforderter Genauigkeit) von Prozessen in einzelnen Anlagen bis hin zu gesamten Produktionsprozessen in Organisationen reichen.[30]

Zeitraum: Zeitpunkte und Zeitdauer der Betrachtung sind ebenso relevant.[31] Es macht z. B. ein Unterschied, ob Kühlregale im Einzelhandel über den gesamten Sonntag oder über den gesamten Montag betrachtet werden (Sonntags wird der Energieverbrauch niedriger sein, da keine Waren entnommen werden und Türen geschlossen bleiben).

4.3.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

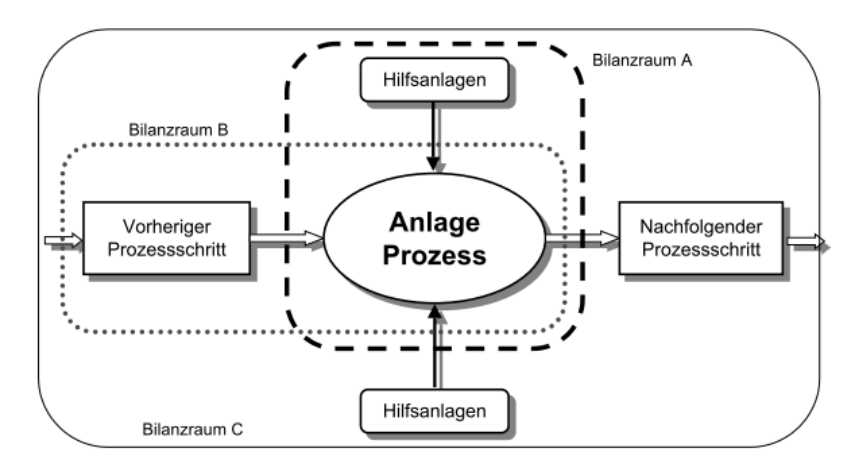


Abb. 1: Festlegung von Bilanzgrenzen

Quelle: Layer (FfE) et al. 1999: 27

[28] Vgl. DIN EN 16231:2012: 17

[29] Vgl. DIN EN 16231:2012: 9

[30] Vgl. DIN EN 16231:2012: 7

[31] Vgl. DIN EN 16231:2012: 14

Die Studie der FfE macht sehr genaue Angaben zur Eingrenzung (Anm.: in der Studie wird dabei statt „Benchmarking-Grenze“ der Begriff „Bilanzgrenze“ verwendet. Im Folgenden wird für einen einheitlichen Wortlaut der Norm-Begriff „Benchmarking-Grenze“ genutzt).[32]

Prozesse: Dabei können die Benchmarking-Grenzen einzelne Prozesse, aber auch ein Bündel von Prozessen oder ganze Produktionsprozesse sein. Im Fokus der Untersuchung der FfE standen einzelne Fertigungsanlagen und dazugehörige Hilfsanlagen. Ferner wurde in geeigneten Fällen die Benchmarking-Grenze um mehrere aufeinanderfolgende Prozessschritte gezogen, wenn diese eng miteinander verknüpft waren und nur gemeinsam aussagekräftig bewertet werden konnten. Als Beispiel wird hier die gekoppelte Betrachtung von Brennen und Trocknung bei der Ziegelherstellung genannt, weil Abwärmepotentiale zwischen den beiden Prozessen gut nutzbar sind und somit bei der Bewertung der Energieeffizienz mit einbezogen werden sollten.

Vergleichbarkeit: Für den Vergleich sollte dann entsprechend darauf geachtet werden, dass eine einheitliche Benchmarking-Grenze beachtet wird. Wo sich die Grenzen zwischen verglichenen Anlagen unterscheiden, muss dies vermerkt werden, damit die Nutzer keine Fehleinschätzungen treffen.[33]

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)

Für alle teilnehmenden Industrien sind die Benchmarking-Grenzen beschrieben. Außer bei der Textilindustrie sind die Benchmarking-Grenzen durch den Produktionsstandort definiert. Für diese Branchen werden Energieverbrauchskennzahlen auf Unternehmensebene (Level 1) erstellt. Benchmarks auf Energiedienstleistungsebene (Level 2) oder Technologieebene (Level 3) haben gewöhnlich mehr Aussagekraft. Die Erstellung dieser Benchmarks ist aber viel aufwändiger und KMUs haben selten die nötige Monitoring- und Messtechnik.[34]

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Im Rahmen der KMU-Initiative wurden die Energiedaten für den gesamten Betrieb pro Standort erhoben. Die im Zuge dieser Beratungen erhobenen Daten wurden für die Entwicklung der Kennzahlen herangezogen. Im Rahmen der KMU-Initiative war es bei Branchen mit einer hohen Anzahl an Beratungen möglich, treffende Benchmarking-Grenzen zu bilden (z. B. Kfz-Werkstätten mit oder ohne Lackiererei, Kfz-Werkstätten mit oder ohne Verkaufs- und Schauraum etc).[35]

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

Benchmarking-Grenze: Das Energiesparprogramm erhebt die Energiedaten des gesamten Gastgewerbebetriebs und zahlreiche Randbedingungen wie z. B. Mitarbeiterzahl, Anzahl der Übernachtungen bzw. Gedecke, Anzahl der Zimmer bzw. Sitzplätze, Größe der Tagungsräume und Wellnessfläche etc. Die Benchmarking-Grenze ist also jeweils der gesamte Betrieb.

[32] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 27.

[33] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 26f.

[34] Vgl. BESS-Project: o.S.

[35] Vgl. KMU-Initiative: o.S.

Vergleichbarkeit: Das Energiesparprogramm bietet die Option, mit einer Filterfunktion den Vergleich auf Unternehmen mit bestimmten Eigenschaften (z. B. mit Beherbergung, Wellness und Tagung), zu beschränken. Abstufungen bis hin zur einzelnen Energieanwendung sind nicht vorgesehen, da Gastronomen nur im Einzelfall über die Messtechnik (und die Kenntnisse) verfügen, um z. B. ihren Stromverbrauch zur Bereitstellung eines m³ Umluft zu messen. Bei den Beherbergungsbetrieben orientieren sich die Nutzer meist an der Hotelklassifizierung (3 Sterne, 4 Sterne etc.), aber auch ein Vergleich anhand der Zimmerzahl ist möglich. Im Gaststättenbereich vergleichen sich die Nutzer anhand der Größe (21-50 Sitzplätze. 51-100 Sitzplätze etc.). Weitere Einschränkungen können vorgenommen werden, z. B. in Hinblick auf die Größe des Wellnessbereichs. Ferner besteht die Möglichkeit, nur den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser zu betrachten. Dies ist gut möglich, weil in vielen Fällen ein Energieträger ausschließlich für diesen Zweck verwendet wird und daher der Energieverbrauch aus der Energierechnung abgelesen werden kann.

Je nachdem wie eindeutig die Benchmarking-Grenzen vom Nutzer definiert werden, stehen Datensätze in unterschiedlicher Anzahl zur Verfügung. Werden die Benchmarking-Grenzen tolerant gefasst, sind – auf Kosten der Homogenität der Gruppe – Vergleiche mit mehreren 100 Betrieben möglich, die aber wenig aussagekräftig sind. Aber auch wenn Betriebe mit einer sehr ähnlichen Benchmarking-Grenze gewählt werden (Größe der Referenzgruppe liegt dann im ein- bis zweistelligen Bereich), gibt es immer Unterschiede und Alleinstellungsmerkmale (z. B. Denkmalschutz, Tal- oder Berglage, spezielle Dienstleistungsangebote).

Die Erfahrungen zeigen, dass es nicht das Ziel des Energiesparprogramms sein kann, eine exakte Rangfolge aufzuzeigen, denn gewisse Unschärfen sind unvermeidbar. Allerdings ist es ein sehr geeignetes Instrument, um ein erstes, ungefähres Feedback zur Energieeffizienz zu erhalten. Ferner ist es eine gedankliche Stütze, um sich die eigenen betrieblichen energierelevanten Besonderheiten innerhalb der gewählten Vergleichsgruppe vor Augen zu führen und zu hinterfragen, ob diese für die Erbringung der Dienstleistung notwendig sind.

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

Benchmarking-Grenzen: Die Einteilung der Benchmarking-Grenzen erfolgt im Emissionshandel nach der Art der erzeugten Produkte. Eine Liste der festgelegten Produkte ist bei der DEHSt zum Download verfügbar.[36] Für jede Produktgruppe sind die Benchmarking-Grenzen gesondert definiert. Kennzeichnend dabei ist der sich für nahezu alle Produktgruppen wiederholende Satz: „Einbezogen sind sämtliche Prozesse, die direkt oder indirekt mit folgenden Prozesseinheiten in Zusammenhang stehen:“ Danach folgt eine Auflistung der betroffenen Prozesse, z. B. Hochofen, Hochofengebläse etc. Die Summe der jeweils relevanten Prozesse bildet die Benchmarking-Grenze für die Ermittlung des „Produktemissionswertes“. [37] Neben dem Produktemissionswert werden im Einzelfall weitere Faktoren berücksichtigt. Wird etwa Abwärme an private Haushalte exportiert, können die Emissionen dafür abgezogen werden (Wärme-Emissionswert). Grundsätzlich gilt, dass dieselben Emissionen nur in einem Emissionswert erfasst werden dürfen, um eine Doppelzählung zu vermeiden. Eine Emission, die bereits im Produktemissionswert aufgeführt wurde, kann nicht gleichzeitig auch im Wärme-Emissionswert bilanziert werden.[38] Nicht für jedes emissionshandelspflichtige Unternehmen sind geeignete Produktgruppen verfügbar. In solchen Fällen wird kein Pro-

[36] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2010: 1ff.

[37] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011j: 14

[38] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011f: 2

duktemissionswert festgelegt, sondern die Zuteilung der Zertifikate in einem „Fallback-Ansatz“ ersatzweise über den Wärmeemissionswert und Brennstoffemissionswert berechnet.[39] Die Zuteilung für das gesamte Unternehmen ist die Summe der Emissionswerte der einzelnen Benchmarking-Grenzen im Unternehmen.

Energy Master plus

Vergleichbarkeit: Mit welchen Datensätzen sich das Unternehmen vergleicht, bleibt dem Energieverantwortlichen selbst überlassen. Die Auswahl der Vergleichsgruppe erfolgt über die Wirtschaftszweignummer. Eine weitere Eingrenzung ist aus dem Benutzerhandbuch nicht ersichtlich.[40] Ferner können selbst Vergleichsdatensätze eingegeben werden. Für die Auswahl der Referenzwerte wird darauf hingewiesen, dass die Daten aus möglichst vergleichbaren Firmen, Abteilungen bzw. Anlagen stammen sollen.[41]

4.3.3 Ergänzende Empfehlungen

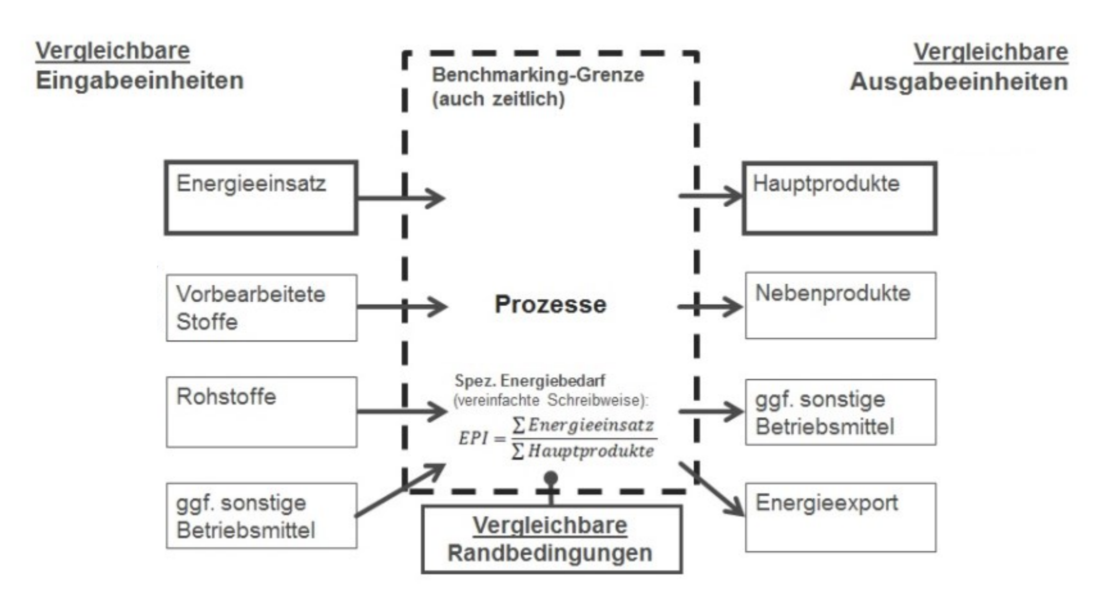


Abb. 2: Benchmarking-Grenzen mit Eingabe,- Ausgabeeinheiten und Randbedingungen

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Die Festlegung und genaue Definition der Benchmarking-Grenze ist der wichtigste Schritt, um die Vergleichbarkeit im Benchmarking zu gewährleisten. Dabei ist hervorzuheben, dass sich Benchmarking nicht auf die einzelne Anlagen oder die Organisation bezieht, sondern auf die Prozesse, die innerhalb von Anlagen oder Organisationen ausgeführt werden. Entscheidend für die Festlegung der Benchmarking-Grenze ist somit die Vergleichbarkeit der Eingabe- und Ausgabeeinheiten des Prozesses sowie der Randbedingungen, die auf den Prozess einwirken. Demzufolge kann die Benchmarking-Grenze sowohl einzelne Prozesse

[39] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011g: 19

[40] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 15ff.

[41] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 19ff.

als auch Prozessketten bis hin zum gesamten Produktionsprozess in Organisationen umfassen.

Die erforderliche Genauigkeit der Benchmarking-Grenze ist direkt abhängig von der Zielsetzung und angestrebten Aussagekraft des Benchmarking. Wird eine hohe Genauigkeit verlangt, so sind die Benchmarking-Grenzen entsprechend eng und eindeutig festzulegen (maximale Vergleichbarkeit in Eingabeeinheiten, Ausgabeeinheiten und Randbedingungen). Dient das Benchmarking nur einer groben ersten Einschätzung, so sind auch die Anforderungen an die Vergleichbarkeit geringer und die Benchmarking-Grenzen können ggf. weicher gefasst werden und größere Unterschiede zulassen. Dies muss dann aber klar und transparent kommuniziert werden.

Das flexible Handhaben von Benchmarking-Grenzen darf aber nicht verwechselt werden mit einer ungenauen Handhabung der Festlegung von Benchmarking-Grenzen. Fehler, die sich hier bereits einschleichen, bedeuten oft später einen zusätzlichen Arbeitsaufwand, um die Vergleichbarkeit wieder herzustellen. In diesem Sinne kann die Aussage der EN 16231 verstanden werden, dass die Bekanntgabe von Korrekturen durch die überlegte Wahl der Benchmarking-Grenzen oftmals vermieden werden kann.

Eine wichtige Vergleichsdimension bezieht sich auf den Ort der Produktion z. B. führen manche Betriebe alle Produktionsschritte am Produktionsstandort durch, somit fällt der gesamte Energieverbrauch an diesem Standort an, andere Betriebe, beziehen z. B. Halbfertigprodukte, um diese zum Endprodukt zu verarbeiten. Wird die Benchmarking Kennzahl in diesem Fall als „Energieeinsatz pro produzierter Menge“ definiert, so wird der Betrieb mit dem Halbfertigprodukt einen geringeren spezifischen Energieverbrauch aufweisen als der Betrieb, der alle Produktionsstufen am eigenen Standort durchführt.

Eine solche Situation ergab sich innerhalb der BESS-Studie bei teilnehmenden österreichischen Molkereien. Ein Betrieb beispielsweise verpackte lediglich eine bestimmte Käsesorte, erzeugt wurde der Käse jedoch an einem anderen Standort des Unternehmens. Die „erzeugte Produktmenge“ wurde jedoch dem Standort zugerechnet, der am Benchmarking teilnahm. Die Lösung war, die Kilogramm Käse, die nur verpackt wurden, aus der Gesamtproduktionsmenge herauszurechnen und den Energieverbrauch für die Verpackungsmaschine für die Verpackung dieses Produkts vom Gesamtenergieverbrauch abzuziehen.

Um ein solches Problem zu vermeiden ist es empfehlenswert, Benchmarking-Grenzen eng zu fassen. Beispielsweise können beim Vergleich ganzer Produktionsprozesse einzelne Prozesse, die nicht in die Benchmarking-Grenze fallen, ausgeblendet werden.

Zudem ist es wichtig die ersten aussagekräftigen Kennzahlen in enger Zusammenarbeit mit den Teilnehmern des Benchmarkings zu erarbeiten, um Probleme, die sich erst im Verlauf des Benchmarkings ergeben, besser bearbeiten zu können, eine Lösung zu finden und nachkommende Teilnehmer besser darauf vorzubereiten. Beispielsweise wurde die beschriebene Problematik im BESS-Datenerhebungsbogen nicht berücksichtigt. Die intensive Zusammenarbeit mit jedem der acht Pilotbetriebe und auch die mehrmaligen gemeinsamen Treffen haben dieses Problem erst aufgezeigt und zu einer gemeinsamen Lösung geführt.

Die Erfahrung, die im Laufe eines Benchmarkings gemacht und Lösungsansätze, die gefunden werden, sollten allen beteiligten Betrieben zugänglich gemacht werden. Gleichzeitig muss der Arbeitsaufwand für jeden Lösungsansatz deutlich kommuniziert werden. Allerdings muss klar sein, dass mit der Notwendigkeit der Messungen an der Anlagentechnik und mit der Abstimmung mit den Nutzern vor Ort ein sehr hoher Aufwand verbunden ist.

Ein elementarer Baustein für ein gelungenes Benchmarking ist ein transparenter Umgang mit Unschärfen beispielsweise bei der Ziehung von Benchmarking-Grenzen. Essentiell hierbei ist eine offene Kommunikation mit den Nutzern des Benchmarkings

4.4 Entwurf des einheitlichen Energy Performance Indicators

4.4.1 Anforderungen der EN 16231

Nach den Anforderungen der Norm bewertet Energieeffizienz-Benchmarking die Energieeffizienz immer anhand des spezifischen Energieverbrauchs innerhalb der betrachteten Benchmarking-Grenze zur Bereitstellung einer bestimmten Ausgabe (Produkt, Erzeugnis, Dienstleistung, Nutzenergie etc.). Der spezifische Energieverbrauch wird als Energieverbrauch (in kWh) pro Erzeugnis (in Stück, Tonnen, m^3 etc.) ausgewiesen.[42]

Die Norm fordert, dass der gesamte Energieverbrauch betrachtet werden soll, der in die Benchmarking-Grenze einfließt. Ob der Berechnung der Primärenergieverbrauch oder der Sekundär- bzw. Endenergieverbrauch zugrunde gelegt wird, lässt die Norm offen. Es wird aber gefordert, dass eine eindeutige Regelung grundsätzlich getroffen werden muss. Ein weiterer Punkt, der berücksichtigt werden muss, ist der Umgang mit der kogenerativen Erzeugung von Strom und Wärme. Die Norm fordert die Festlegung einer einheitlichen Vorgehensweise im Rahmen von Benchmarking, legt aber keine eigene Vorgabe fest.[43]

4.4.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

Die Frage der Festlegung geeigneter Energy Performance Indicators für Vergleiche war ein Schwerpunkt der Studie der FfE. Dabei wird explizit darauf hingewiesen, dass sich die Betrachtung monetärer Kennzahlen wie z. B. Energiekosten pro Umsatz nicht als Vergleichskennzahlen im Sinne von Benchmarking eignen, da viele betriebswirtschaftliche Randbedingungen, die nichts mit Energieeffizienz zu tun haben, auf das Ergebnis einwirken.[44] Die FfE-Studie gibt eine konkrete Anleitung, wie Energiekennzahlen ermittelt werden sollen. Grundsätzlich soll der Energiebedarf ins Verhältnis zur Produktionsmenge gesetzt werden.[45] Das entspricht auch dem in der EN 16231 definierten Begriff des spezifischen Energieverbrauchs und wurde auf die Betrachtung der ausgewählten Prozesswärme-Technologien in der FfE-Studie angewendet.

Ferner wird aufgezeigt, dass die Bildung der Energiekennzahl mit der Definition der Benchmarking-Grenzen eng verwoben ist. Während in der Festlegung der Benchmarking-Grenzen bestimmt wird, welche Prozesse und Anlagen in die Betrachtung einbezogen werden, bewertet der spezifische Energieverbrauch die Energieeffizienz eben dieser betrachteten Pro-

[42] Vgl. DIN EN 16231:2012: 7f.

[43] Vgl. DIN EN 16231:2012: 12

[44] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 30

[45] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 15

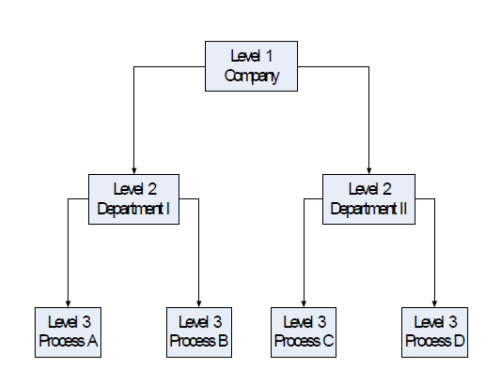
zesse als Verhältnis zwischen dem Energieeinsatz und der Ausgabeeinheit (Anm.: Erzeugnis, Dienstleistung, Nutzenergie etc.), die die Benchmarking-Grenze verlässt.[46]

In der FfE-Studie wird kein Vorgehen beschrieben, wie die Umwandlungsverluste von Primär- zu Sekundärenergie zu berücksichtigen wäre, da sie die Energieerzeugung ausblendet. Es wird ausgewiesen, wie viel Wärmeenergie und elektrische Energie ein Prozess verbraucht, und nicht, wie diese erzeugt werden. Es wird die Endenergie betrachtet.[47]

Die FfE-Studie beschreibt ausführlich die Stoffströme, die bei der Betrachtung einer Benchmarking-Grenze beachtet werden müssen. Neben dem Energieverbrauch, also dem Energieeinsatz in die Benchmarking-Grenze, wird dabei auch die abgeführte Energie betrachtet, die außerhalb der Benchmarking-Grenze weiter genutzt wird (Anmerkung: In den vorgestellten Beispielen der FfE-Studie erfolgt die Bilanzierung der Abwärmenutzung innerhalb der Benchmarking-Grenze, die von der Abwärme profitiert.[48]).[49]

Die FfE-Studie geht nicht darauf ein, wie mit dem Export von Energie aus einer Benchmarking-Grenze umgegangen wird, wenn diese nicht gleichzeitig in eine andere Benchmarking-Grenze als Eingangsstoff eingeht.

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)



Examples of EPIs:

Level 1: Total energy consumption related to final production (kWh/ton)

Level 2: Energy used for cold storage (kWh/m³)

Level 3: Electricity related to compressed air (kWh/kg)

Abb. 3: Energy Performance Indicator im BESS-Projekt

Quelle: www.bess-project.info

[46] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 17

[47] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 60

[48] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 52

[49] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 17ff.

Mit Ausnahme der Textilindustrie wurden im BESS-Projekt die Unternehmen als Gesamtheit (Level 1) betrachtet. Im BESS-Projekt gibt es Datenerhebungsblätter für alle Branchen. Der Energieeinsatz muss für Strom, fossile Energieträger, erneuerbare Energieträger, Fernwärme und sonstige Energieträger angegeben werden. Wichtig ist auch die Angabe der Kesselwirkungsgrade. Damit wird neben dem Gesamtenergieeinsatz auch der Nettoenergieeinsatz berechnet. Strom wird im BESS System für alle Branchen außer für die Textilindustrie mit einem Wirkungsgrad von 100 % angenommen. Der Einsatz von Primärenergie zur Erzeugung von elektrischem Strom wird nicht berücksichtigt. Die Textilindustrie hat einen Umwandlungsfaktor von 2,6 für elektrischen Strom angesetzt. Zum Umgang mit Blockheizkraftwerke (BHKW) wurde keine einheitliche Vorgehensweise festgelegt. In einigen Anwendungen hat sich der alternative Bezug des Energieeinsatzes zu den eingesetzten Rohstoffen (Input) als praktikabel erwiesen.

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Bereits bei der Erstellung wurden die Datenerhebungsbögen für die KMU-Initiative auf die Auswertung von aussagekräftigen Benchmarks pro Branche Rücksicht optimiert. Es wurde sichergestellt, dass für Benchmarks relevante Daten erhoben wurden.

Für jede der sechs produzierenden Branchen wurden fünf bis sechs branchentypische Kennzahlen, die unternehmerischen Basisdaten sowie energetische, klimarelevante und monetäre Einsparpotentiale ausgewertet. Für jede Branche wurden neben der Darstellung der Beschäftigtenzahlen, der konditionierten Betriebsflächen und den branchenspezifischen Bezugsgrößen, der Energieträgermix, der Energieeinsatz und die relevantesten Hauptverbraucher und deren Einsparpotentiale zusammengefasst.

Der Energieverbrauch wird durch Angabe folgender Daten erfasst: Elektrische Energie, Erdgas, Flüssiggas, Heizöl EL, Kohle, Koks, Nah-/Fernwärme, Biomasse, Biogas, Solarwärme, Treibstoffe (Diesel). Des Weiteren wird zwischen Eigenerzeugung und externem Bezug unterschieden. Der Einsatz von Primärenergie zur Erzeugung von elektrischem Strom wird nicht berücksichtigt. In der Energiedatenerfassung beim Energieverbrauch befindet sich der Hinweis, bei Kraft-Wärme-Kopplung nur Strom und Wärme anzugeben, nicht den dazu genutzten Brennstoff, um Doppelzählungen zu vermeiden.

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

Die Wahl der Indikatoren resultiert aus den gesetzten Benchmarking-Grenzen. Da das Energiesparprogramm der Energiekampagne, das Unternehmen als Ganzes betrachtet, wird der gesamte Energiebedarf ins Verhältnis zur Produktionsmenge gesetzt (Anzahl der Übernachtungen bzw. Anzahl der Gedecke). Darüber hinaus ist die Bildung weiterer Kennzahlen möglich (z. B. Energiekosten pro Umsatz). Dabei wird der gesamte Energieverbrauch berücksichtigt. Hoteliers und Gastronomen nutzen für die Eingabe vor allem ihre Stromrechnungen, Gasrechnungen etc. In diesem Sinne werden die Daten auch einzeln nach Energieträger aufgeschlüsselt abgefragt.

Generell wird ein Hotel oder eine Gaststätte als Black Box betrachtet und abgefragt, welche Energielieferungen als Input hineingehen. In welchem Maße dann innerhalb der „Black Box“ Wärmerückgewinnung genutzt wird, wird nicht erfasst. Die Nutzung interner Wärmegewinne wirkt ohnehin mindernd auf den Bedarf an Energielieferungen aus, ebenso die Nutzung von Solarthermie. Was allerdings neben dem Energieeinkauf gesondert betrachtet wird, ist der ins Netz eingespeiste Strom aus Photovoltaik und KWK.

Das Energiesparprogramm betrachtet generell die Endenergie (in der Regel ist das die Sekundärenergie), so wie sie dem Gastronom oder Hotelier geliefert und wie sie von ihm bezahlt und ggf. gelagert wird (z. B. Öl, Strom, Gas, Fernwärme etc.). Im Kennwert „Gesamtenergiebrauch“ macht es also keinen Unterschied, ob Strom oder Holz genutzt wird. Allerdings werden zur Darstellung der Auswirkungen auf den Klimawandel die Energieverbräuche je nach Energieträger mit deren CO_2-Intensitäten verrechnet, so dass die relativ große „Klimaschädlichkeit“ von Braunstrom gegenüber Gas für die Nutzer ersichtlich wird (Nutzer können sich auch die Kennzahlen „CO_2 pro Übernachtung“ ausgeben lassen). Die Menge der elektrischen Energie, die aus dem BHKW ins Netz eingespeist wird, wird vom Energieverbrauch für das BHKW abgezogen.

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

Das Benchmarking im Emissionshandel zielt nicht auf die Ermittlung der Energieeffizienz, sondern auf die Beurteilung der Klimaverträglichkeit. Daher ist die Vergleichskennzahl nicht der spezifische Energieverbrauch, sondern die spezifische Treibhausgasemission. Diese Kennzahlen sind jedoch eng verwandt, da sie ebenfalls ins Verhältnis zur Produktionsmenge gesetzt werden.[50]

Da Treibhausgasemissionen bei der Datenaufnahme direkt angegeben werden, stellt sich nicht die Frage nach der Umwandlung von Primär- in Sekundärenergie. Wenn im Rahmen der kogenerativen Erzeugung von Strom und Wärme, ein Teil der Wärme an Verbraucher exportiert wird, die nicht emissionshandelspflichtig sind, kann dies über den Wärmeemissionswert gutgeschrieben werden. Eine Gutschrift für den Stromexport gibt es grundsätzlich nicht, da für Anlagen zur Stromerzeugung keine kostenlosen Zertifikate ausgegeben werden.[51]

Energy Master plus

Energy Master lässt eine Fülle an Vergleichskennzahlen zu, darunter befindet sich auch die von der Norm geforderte Kennzahl des spezifischen Energieverbrauchs, also der Energieverbrauch (in kWh) pro Erzeugnis (in Stück, Tonnen, m³ etc.). [52] Beim Energy Master wird der gesamte Energieverbrauch abgefragt.

Energy Master bezieht sich auf die Endenergie, so wie sie im Unternehmen genutzt wird. Ferner können auch der Wasserverbrauch und die Abwassermengen erfasst und ausgewertet werden. Die Verbrauchswerte für Energie werden in der Einheit abgefragt, wie sie in der Regel vorliegen (Heizöl in Litern, Erdgas in m³ etc.).[53] Energy Master bietet die Möglichkeit, CO_2-Kennzahlen zu berechnen, da das Programm CO_2-Emissionsfaktoren einbezieht. Der Umgang mit Kraft-Wärme-Kopplung ist im Benutzerhandbuch des Energy Master nicht direkt ersichtlich. In den einzelnen Formularen für die Energieträger ist eine Spalte „Energie eingespeist“ nicht vorhanden, daher wird vermutet, dass etwa ins Netz eingespeister Strom bei der Dateneingabe direkt vom Strombezug abgezogen wird. Ein einheitliches Vorgehen aller Nutzer des Programms ist dadurch nicht gesichert.

[50] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011j: z.B. 26f.

[51] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011g: 20

[52] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 22ff.

[53] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 14.

4.4.3 Ergänzende Empfehlungen

Als Messgröße der Energieeffizienz hat sich der spezifische Energieverbrauch, die die Norm fordert, sowohl in der Theorie, als auch in der Praxis durchgesetzt. Alle betrachteten Projekte ermöglichen die Entwicklung einer Energiekennzahl, die den Energieverbrauch pro Erzeugnis ausdrückt. Als Energy Performance Indicator (EPI) für Benchmarking ergibt sich:

$$EPI\ (vereinfachte\ Schreibweise) = \frac{\sum Energieeinsatz\ (Primär-, End-, oder\ Nutzenergie)}{\sum Hauptprodukte\ (Produkte, Dienstleistungen\ oder\ Nutzenergie)}$$

Die Hauptprodukte allein beschreiben noch nicht den Nutzen eines Prozesses. Wie bereits angeführt, sind dessen Eingabeeinheiten ebenso bedeutend, daher sollten zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit im Benchmarking auch die Eingabeeinheiten, bei denen der Prozess startet, durch die Benchmarking-Grenzen genau definiert werden. Auch sollte auf Unterschiede bei den Nebenprodukten geachtet werden. Sollen Korrekturfaktoren einbezogen werden, sollten sie so gestaltet werden, dass sie als zusätzlicher Faktor mit in den EPI eingehen.

Eine einheitliche Vorgehensweise, ob die Endenergie oder die Primärenergie betrachtet werden soll, ist in der EN 16231 nicht vorgegeben. Ebenso ist der Umgang mit BHKW nicht geklärt. Die betrachteten Benchmarking-Projekte ziehen überwiegend die Endenergie heran. Diese Vorgehensweise ist aber wenig praktikabel, wenn das Benchmarking auch die Chancen der Primärenergieeffizienzsteigerung durch Substitution von Energieträgern aufzeigen will. In einem auf Endenergie gestützten Benchmarking würden etwa Strom-Heizungen besser abschneiden als Brennstoff-Heizsysteme. Die Umwandlungsverluste in den Kraftwerken blieben unberücksichtigt.

Benchmarking sollte primärenergiebasiert durchgeführt werden, wenn Prozesse mit verschiedenen Energieträgern zur Produktion derselben Ausgabe eingesetzt werden können (z. B. bei Heizsystemen). Ferner sollten die Daten in der Form abgefragt werden, wie sie den Nutzern zur Verfügung stehen. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über alle dafür benötigten Umrechnungen. Angaben zur Primärenergie pro Endenergie stammen aus der DIN V 18599, die Angaben zur Endenergie pro Energieeinheit stammen von IWR (bzgl. Biogas), BHKW Infozentrum (bzgl. Bioöl) und ARGE Benchmark (alle Weiteren).

Energieträger	Primärenergiefaktor (PF): Primärenergie (insgesamt) pro Heizwert				Heizwert (HW): Energiegehalt pro Energieeinheit	
	Gesamt		nicht erneuerbarer Anteil			
Heizöl EL	1,1	kWh/kWh	1,1	kWh/kWh	10,00	kWh/Liter
Erdgas H	1,1	kWh/kWh	1,1	kWh/kWh	10,00	kWh/m³
Flüssiggas	1,1	kWh/kWh	1,1	kWh/kWh	13,00	kWh/kg
Steinkohle	1,1	kWh/kWh	1,1	kWh/kWh	8,00	kWh/kg
Braunkohle	1,2	kWh/kWh	1,2	kWh/kWh	5,50	kWh/kg
Biogas	1,5	kWh/kWh	0,5	kWh/kWh	6,00	kWh/m³
Bioöl	1,5	kWh/kWh	0,5	kWh/kWh	8,90	kWh/Liter
Holz (lufttrocken)	1,2	kWh/kWh	0,2	kWh/kWh	4,10	kWh/kg
Holzpellets	1,2	kWh/kWh	0,2	kWh/kWh	5,00	kWh/kg

Holzhackschnitzel	1,2	kWh/kWh	0,2	kWh/kWh	650,00	kWh/SRm
Wärme aus KWK fossil	0,7	kWh/kWh	0,7	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh
Wärme aus KWK erneuerbar	0,7	kWh/kWh	0,0	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh
Wärme aus Heizwerk fossil	1,3	kWh/kWh	1,3	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh
Wärme aus Heizwerk erneuerbar	1,3	kWh/kWh	0,1	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh
Strom (allgemeiner Strommix)	2,8	kWh/kWh	2,4	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh
Strom (Verdrängungsstrommix)	2,8	kWh/kWh	2,8	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh
Solarenergie	1,0	kWh/kWh	0,0	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh
Erdwärme und Geothermie	1,0	kWh/kWh	0,0	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh
Umgebungswärme	1,0	kWh/kWh	0,0	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh
Umgebungskälte	1,0	kWh/kWh	0,0	kWh/kWh	1,00	kWh/kWh

Tab. 1: Primärenergiefaktoren und Heizwerte (Hu) für verschiedene Energieträger

Quelle: eigene Darstellung (adelphi) auf Basis DIN 18599 – 1 2011: 67 in Verbindung mit ARGE Gebäudebenchmarks, BHKW-Infozentrum und IWR

4.5 Einsatz von Korrekturfaktoren

4.5.1 Anforderungen der EN 16231

Korrekturen am ermittelten spezifischen Energieverbrauch sollen dann vorgenommen werden, wenn es nicht zu vermeiden ist. Ausreichende Vergleichbarkeit der Einheiten im Benchmarking wird zunächst über die Beschränkung des Benchmarking auf diejenigen Teile der Einheiten hergestellt, die ausreichend vergleichbar sind. Nicht vergleichbare Teilbereiche sollen in den Vergleich möglichst nicht einfließen. Wenn die Ausblendung der Unterschiede über die Definition der Benchmarking-Grenze nicht möglich ist, sollten Korrekturfaktoren entwickelt werden. Wenn Korrekturen vorgenommen werden, dann soll dies nach eindeutig festgelegten, verständlichen und einheitlichen Regeln erfolgen und auf alle im Benchmarking verglichene Prozesse angewendet werden, welche die auszugleichende Besonderheit aufweisen. Die Verwendung muss vom Koordinator kontrolliert werden. Überdies soll der Umfang der Korrekturen auf Messungen beruhen. Die Auswirkungen der Korrekturen auf den spezifischen Energieverbrauch sollen gering sein.[54] Nachfolgend werden einige Beispiele dargestellt. Ob und in welchem Maße diese Fälle korrigiert werden (Anm.: oder ganz bewusst einbezogen werden), muss festgelegt werden.[55]

- Unterschiedliche Ausgabeeinheiten:

Die Ausgabeeinheit (Erzeugnis, Dienstleistung etc.) des betrachteten Prozesses unterscheidet sich aufgrund ihrer Beschaffenheit in ihrer Energieintensität grundsätzlich von der definierten Standard-Ausgabeeinheit der Benchmarking-Grenze (Qualitätsunterschiede etc.), oder es fallen spezielle Nebenprodukte an (unterschiedliche Sortimentsbreite).[56]

[54] Vgl. DIN EN 16231:2012: 17

[55] Vgl. DIN EN 16231:2012: 9

[56] Vgl. DIN EN 16231:2012: 17

- Unterschiedliche Eingabeeinheiten

Die Eingabeeinheiten in die Benchmarking-Grenze, also die Rohstoffe, Halbfertigprodukte/-dienstleistungen, Hilfsstoffe etc. unterscheiden sich in ihrem Reinheitsgrad bzw. Bearbeitungsstufe, so dass grundsätzlich ein höherer bzw. niedrigerer Energieeinsatz innerhalb der Benchmarking-Grenze zur Produktion der Ausgabeeinheiten nötig ist.

- Weitere als gegeben anzusehende Nebenbedingungen

Weitere Nebenbedingungen erfordern einen höheren bzw. niedrigeren Energiebedarf als im Benchmarking vorgesehen. Dabei handelt es sich z. B. um rechtliche Rahmenbedingungen (Anm.: z. B. unterschiedlicher verlangter Grad der Abfallaufbereitung wie etwa das Filtern von Abgasen), oder die Umweltbedingungen sind unterschiedlich (Anm.: z. B. unterschiedlicher Raumwärmebedarf aufgrund unterschiedlicher Witterungsbedingungen).[57]

4.5.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

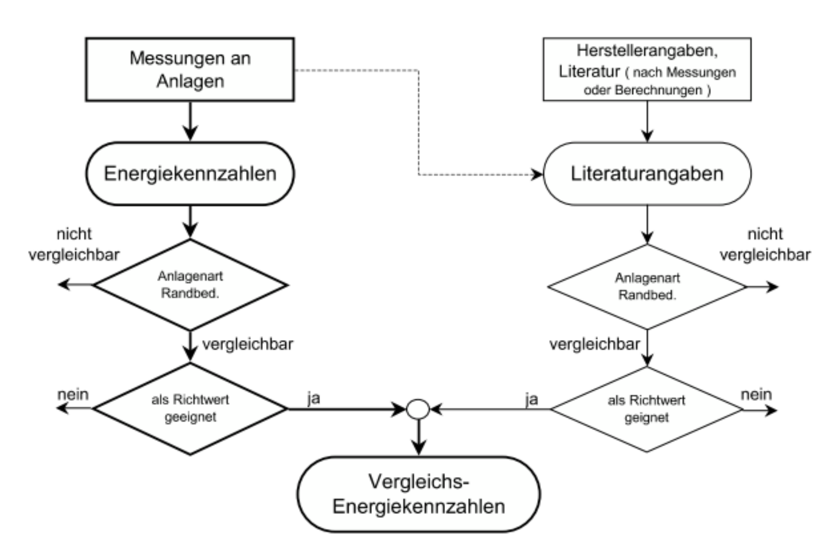


Abb. 4: Datenquellen für Vergleichs-Energiekennzahlen

Quelle: Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 32

Durch die gesamte Studie der FfE ist erkennbar, dass die Autoren folgendem Grundsatz folgen:

- Die Benchmarking-Grenzen der zu vergleichenden Anlagen sollen möglichst deckungsgleich sein.

[57] Vgl. DIN EN 16231:2012: 17

- Darüber hinaus sollte nur verglichen werden, wenn auch die Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren der Benchmarking-Grenzen vergleichbar sind.[58]

Beispiele für Einflussfaktoren auf die Benchmarking-Grenzen sind:

- Betriebsart/Auslastung: Jede Anlage hat ihren optimalen Betriebspunkt. Nur dort arbeitet sie mit ihrem maximalen Wirkungsgrad. Bei unterschiedlichen Lastzuständen stellen sich unterschiedliche Anlagenwirkungsgrade ein. Es genügt daher für eine exakte Betrachtung nicht, nur den Energieverbrauch und die Produktionsmenge innerhalb der Benchmarking-Grenze zu erfassen, wenn die Rahmenbedingungen eine vollständige Produktion in Volllast nicht zulassen. Der Energiebedarf bei verschiedenen Lastzuständen (Teillastbetriebspunkte, Vollastbetrieb) ist zu untersuchen. Aus entsprechenden Messungen lassen sich Anlagekennlinien entwickeln, die den Zusammenhang zwischen Auslastung und spezifischem Energieverbrauch darstellen.[59] Diese Thematik spiegelt sich auch in ISO 50001 mit der Festlegung der energetischen Ausgangsbasis (Baseline) wider. Das Energy Star Benchmarking berücksichtigt solche Anlagenkennlinien.

- Instationärer Zustand (außerhalb der eigentlichen Produktion): Gerade beim Anfahren/Anlauf wird viel Energie benötigt. Da gerade moderne Anlagen häufig mit umfassender Regeltechnik ausgerüstet sind, fallen auch bei Leerlaufbetrieb/ Bereitschaft erhebliche Energieverbräuche an. Für einige Anlagen sind zudem Auslauf- und Abkühlzeiten während der Abschaltung zu beachten.[60]

- Qualität der Ausgangs-Stoffe: Höhere Anforderungen an die Produktqualität schließen in der Regel auch eine intensivere Bearbeitung der Rohstoffe ein. Dadurch bedingt sich ein höherer Energieverbrauch. Ein Beispiel sind z. B. bei der Erzeugung von Druckluft die Druckluftgüteklassen (abhängig von Verunreinigung der Druckluft)

- Qualität der Eingangs-Stoffe: Der Energiebedarf ist auch von der Qualität der Brennstoffe abhängig (z. B. unterschiedliche Heizwerte für Kohle je nach Region). Ferner hat die Qualität bzw. der Grad der Vorbearbeitung der Rohstoffe/Halbfertigerzeugnisse erhebliche Auswirkungen.

- Umwelteinflüsse: Insbesondere der Raumwärmebedarf ist von den Witterungsbedingungen einer Region abhängig.[61]

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)

Das BESS-Benchmarkingsystem gibt vier Möglichkeiten an, Unterschiede beim Vergleich zu korrigieren. Es gibt Anpassungsfaktoren für den Anlagenwirkungsgrad, für klimatische Bedingungen, für die Produktionsauslastung und für das Produktsortiment. Vor allem die Anwendung der Produktäquivalenzfaktoren verändert den spezifischen Energieverbrauch beträchtlich.

[58] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 32f.

[59] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 18f.

[60] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 25f.

[61] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 28

Die Anwendung dieser Anpassungsfaktoren dient der Verbesserung der Vergleichbarkeit der Benchmarkingergebnisse. Die Nutzer des Benchmarking-Systems haben die Möglichkeit, die Benchmarks mit oder ohne Anpassungsfaktoren anzusehen. Technologische Unterschiede sind am besten durch die Bildung von homogenen Gruppen auszublenden. Dies wurde im BESS-Projekt nicht vorgenommen.

Beispiel einer Molkerei:

Energieverbrauch pro Liter verarbeitete Rohmilch = 1,33

Energieverbrauch pro Milchäquivalent = 0,46

Diese Veränderung des spezifischen Energieverbrauchs durch die Anwendung des Korrekturfaktors ist aber erklärbar und macht einen Vergleich von Molkereien mit unterschiedlichem Produktmix erst möglich. Nur den spezifischen Energieverbrauch/Liter verarbeiteter Rohmilch zu vergleichen macht keinen Sinn, wenn die Betriebe aus der Rohmilch unterschiedliche Produkte erzeugen, die auch unterschiedliche Energieintensitäten aufweisen.

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Bei der Datenerhebung wurden keine Korrekturfaktoren angewendet.

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

Im Energiesparprogramm der Energiekampagne wird der Energieverbrauch für Heizung über die Heizgradtage klimakorrigiert. Das gilt sowohl für das Monitoring (zeitlich unterschiedliche Heizanforderungen am selben Standort) als auch für das Benchmarking (unterschiedliche Heizanforderungen an unterschiedlichen Standorten). Ansonsten werden keine Korrekturfaktoren verwendet.

Bei der Entwicklung des Energiesparprogramms wurde über die Einbeziehung weiterer Korrekturfaktoren nachgedacht, um die verbleibenden Unterschiede innerhalb der Vergleichsgruppen auszugleichen. Für die Entwicklung von Korrekturfaktoren wäre aber ein sehr hoher, nicht zu leistender, empirischer Forschungsaufwand notwendig gewesen. Stattdessen wurden die verbleibenden Unschärfen akzeptiert und die Berücksichtigung betriebsspezifischer Besonderheiten in das Ermessen des Nutzers beim Betrachten des Ergebnisses zurückgegeben. In diesem Zusammenhang zeigt sich nochmals die unbedingte Anforderung hinsichtlich der Transparenz: Die Nutzer werden auf der Startseite des Energiesparprogramms explizit darauf hingewiesen, dass das Benchmarking den Anspruch einer ersten Orientierungshilfe zur Selbsteinschätzung - und nicht den einer absoluten Rangfolge hat.

Die Klimakorrektur basiert auf der VDI Richtlinie 3807 Blatt 1 (März 2007). Im Unterschied zur VDI-Richtlinie 3807 verwendet die Energiekampagne Gastgewerbe nicht, die in der Richtlinie festgelegten langjährigen Mittelwerte der Gradtage G m einzelner Klimastationen, die dem Durchschnitt der Jahre 1950-1970 entsprechen. Stattdessen werden die weitaus aktuelleren Durchschnittswerte des Deutschen Wetterdienstes verwendet. Die Gradtagszahlen werden jedes Jahr entsprechend aktualisiert und auf die entsprechenden Energieprofile angewendet. Die Klimakorrektur bezieht sich nur auf den Energieverbrauch der Heizung. Die Auswirkungen auf den klimabereinigten Gesamtenergieverbrauch (Summe aus Energieverbrauch für alle Anwendungen außer Raumwärme und klimabereinigtem Energieverbrauch für Raumwärme) sind gering.

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

Beim Benchmarking der DEHSt sind keine Korrekturfaktoren vorgesehen. Einzelne Besonderheiten wie z. B. der Wärmeexport können über den Wärmeemissionswert berücksichtigt werden, allerdings nur, wenn die Wärmelieferung an Verbraucher erfolgt, die nicht unter den Emissionshandel fallen.[62]

Grundsätzlich führen aber Besonderheiten wie z. B. schlechtere Güte verfügbarer Energieträger nicht zu zusätzlichen kostenlosen Emissionszertifikaten. Würde man diese Rahmenbedingung über Korrekturen ausgleichen, so würde man z. B. die Güte der Energieträger als gegeben und unveränderlich ansehen. Mögliche Defizite bei der Qualität der Rohstoffe über Korrekturfaktoren auszugleichen, würde eben diese Defizite verschleiern und das Ergebnis verwässern. „Man muss sich beim Benchmarking fragen, was man belohnen will“[63]

Energy Master plus

Wie bei der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe beschränkt sich die Korrektur beim Energy Master auf die Bereinigung der Energiekennzahlen um regionale Witterungsbedingungen.[64]

4.5.3 Ergänzende Empfehlungen

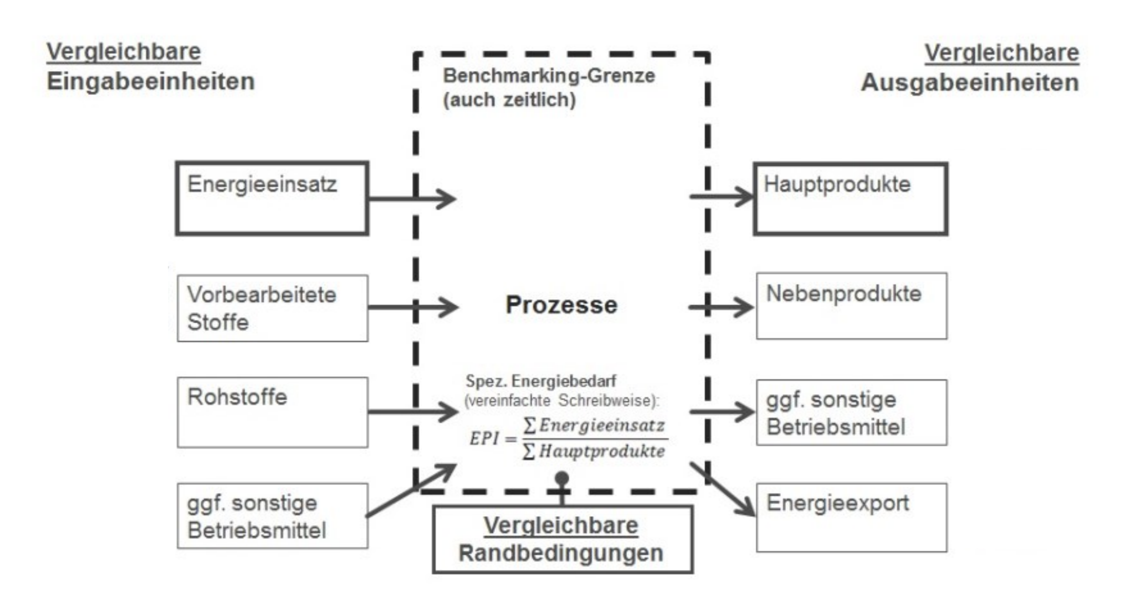


Abb. 5: Mögliche Korrekturen bei Eingabe,- Ausgabeeinheiten und Randbedingungen

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

[62] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011i: 9

[63] Herr Dr. Kollar, Interview vom 29. Februar 2012

[64] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 9f.

Korrekturfaktoren sind zu vermeiden. Im Idealfall kommt Benchmarking bei einer sehr differenzierten Wahl der Benchmarking-Grenzen komplett ohne Korrekturfaktoren aus. In der Praxis wird es aber nie möglich sein, eine exakte Einhaltung der definierten Benchmarking-Grenze durch alle Benchmarking-Teilnehmer zu gewährleisten (gleicher Anteil der Nebenprodukte am Energieverbrauch, gleiche Fertigungstiefe etc.). Diese Unschärfen können entweder akzeptiert oder korrigiert werden. Die Entwicklung fundierter Korrekturfaktoren ist vor allem eine Frage der zur Verfügung stehenden Finanzmittel, denn die messtechnische Untersuchung bzw. die exakten physikalischen Herleitungen der Auswirkungen aller Besonderheiten auf den spezifischen Energieverbrauch sind mit einem hohen Aufwand verbunden.

Bei der Festlegung von Korrekturfaktoren besteht die Gefahr, dass Bereiche oder Methoden, in denen oder durch die Energieeinsparungen erzielt werden, ausgeblendet werden. Z. B. muss man sich fragen, ob die Produktion bestimmter Güter an Orten, wo nur vergleichsweise schlechte Rohstoffe verfügbar sind (z. B. Reinheitsgrad von Erdgas), sinnvoll ist, oder ob in Anlagen, die viel auf Teillast arbeiten, durch Prozessoptimierungen nicht doch eine Produktion bei höherer Auslastung möglich wäre. Werden solche Bedingungen herausgerechnet, so sieht man Dinge als unveränderlich an, die ggf. gar nicht unveränderlich sind. In diesem Zusammenhang wird ein Vorgehen wie im BESS-Projekt empfohlen. Hier können die Nutzer selbst wählen, ob die entwickelten Korrekturfaktoren bei der Auswertung berücksichtigt, oder ob die Ergebnisse ohne Korrektur ausgewiesen werden.

Die Entwicklung von Korrekturfaktoren ist keine einmalige Angelegenheit, da die Einflussbedingungen nicht statisch sind, sondern sich über die Zeit verändern können. Ein einfaches Beispiel dafür ist etwa die Klimakorrektur: Jedes Jahr müssen neue Gradtagszahlen aus den Messprotokollen des Wetterdienstes entwickelt werden.

Im schlechtesten Fall werden Korrekturfaktoren „aus dem Bauch heraus“ halbherzig und wenig fundiert umgesetzt. Wenn nicht genügend Finanzmittel zur Verfügung stehen, um sie fundiert und immer wieder neu zu berechnen, sollte man keine Korrekturfaktoren ausweisen. In solchen Fällen ist die Alternative, die Unschärfen zu akzeptieren und die Nutzer des Benchmarking klar auf diese Unschärfe hinzuweisen.

Im Falle der BHKW-Nutzung gibt Energy Star Hilfestellung. Strom aus Eigenerzeugung, der ins Netz eingespeist wird, sollte beim Benchmarking von Organisationen vom dem BHKW zugrunde liegendem Energieverbrauch abgezogen werden (vergleicht man ganze Unternehmen, liegt das BHKW innerhalb der Benchmarking-Grenze). Bei anlagenbasiertem Benchmarking liegt das BHKW außerhalb der Benchmarking-Grenze und wird somit auch nicht berücksichtigt (außer das BHKW ist selbst Einheit der Betrachtung). Wenn Heizungsanlagen betrachtet werden, so empfiehlt es sich, bei BHKW die Menge des erzeugten Stroms im Faktor 1 zu 1 von der Menge des Brennstoffs abzuziehen.

4.6 Sicherstellung der Vertraulichkeit

4.6.1 Anforderungen der EN 16231

Die Person, die die Koordination verantwortet, Koordinatorin muss vertrauenswürdig sein. Er oder sie muss sowohl fachlich zur Betreuung des Benchmarkings in der Lage als auch unbefangen sein. Zur Sicherung der Akzeptanz sollte er oder sie formal durch die Nutzer des

Benchmarkings bestätigt werden.[65] Ferner muss die Vertraulichkeit der Daten gewährleistet werden. Die Norm erfordert eine Anonymisierung der Daten.[66]

4.6.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

Da die Studie nicht den Aufbau eines Benchmarking-Systems beschreibt, finden sich dort auch keine Empfehlungen zur Sicherstellung der Vertraulichkeit der Daten. Es wird aber darauf hingewiesen, dass Vergleichskennzahlen nicht mehr der einzelnen Anlage zugeordnet werden können sollen. Hingegen wird die Möglichkeit für ein allgemeines Quellenverzeichnis eingeräumt, um eine gewisse Transparenz über die Datenherkunft zu gewährleisten.[67]

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)

Vertraulichkeit ist ein wichtiger Aspekt im BESS Benchmarkingsystem. Je eine Person aus jedem der 19 teilnehmenden Länder wurde zum nationalen Benchmarking-Administrator ernannt und war verantwortlich für die Anwerbung von Unternehmen und die Qualitätskontrolle der von den Unternehmen vorgelegten Daten in ihren jeweiligen Ländern. Der nationale Administrator vergibt jedem teilnehmenden Unternehmen einen individuellen Identifikationsschlüssel (GUID-Code). Dadurch erhält das Unternehmen einen leichten, sicheren und anonymen Zugang zu den Benchmarkdaten. Die Verbindung zwischen dem Unternehmensnamen und dem GUID ist nur dem nationalen Projektadministrator bekannt. Diese Verbindung ist wegen des Verfahrens zur Qualitätssicherung äußerst wichtig.

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Die Vertraulichkeit der Eingabedaten ist sichergestellt. Der Berater schließt vor der Erst- und Umsetzungsberatung jeweils einen Vertrag mit dem zu beratenden Betrieb ab. In diesem Vertrag verpflichtet sich der Berater sämtliche Informationen, Unterlagen und Ergebnisse, von denen er während der Beratung Kenntnis erhält, ohne Zustimmung des beratenen Unternehmens und des Klima- und Energiefonds nicht an Dritte weiterzugeben, die nicht direkt mit der Abwicklung der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung des Klima- und Energiefonds betraut sind.

Alle erhobenen Betriebsdaten werden bei der Abwicklungsstelle der KPC gesammelt. Der Auftraggeber, der Klima- und Energiefonds hat das Energieinstitut der Wirtschaft mit der Auswertung der Ergebnisse der KMU-Scheck-Beratungen für bestimmte Branchen beauftragt. Die Benchmarks wurden anhand der beratenen Betriebe erstellt. Da die beratenen Betriebe nicht veröffentlicht wurden und aufgrund der Vielzahl der Betriebe pro Branche keine indirekte Identifikation möglich ist, ist die Vertraulichkeit sichergestellt.[68]

[65] Vgl. DIN EN 16231:2012: 9

[66] Vgl. DIN EN 16231:2012: 10

[67] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 33

[68] Vgl. KMU-Initiative: o.S.

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

Die Datensätze der Energiekampagne sind nicht von vornherein anonymisiert, die Nutzer registrieren sich im Energiesparprogramm mit einer Kontaktadresse und Angaben zum Ansprechpartner. Dies dient vor allem der Plausibilitätsprüfung und der Möglichkeit für die Koordinatoren, Rückfragen zu stellen. Auf der Stufe der Auswertung sind die Daten anonym. Die Benchmarking-Beteiligten können untereinander nicht zuordnen, welche Datensätze aus welchem Betrieb stammen.[69]

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

Da das Benchmarking der konkreten Zuteilung von Gratiszertifikaten dient, kann bei der Dateneingabe keine Anonymisierung erfolgen. Die Daten sind durch entsprechende Sicherheitsmechanismen in der Datenbank des nationalen Koordinators (DEHSt) über Passwörter für Benutzerkonten zur Datenverwaltung geschützt. Alle Eingaben werden über das Internetprotokoll Https verschlüsselt übertragen.[70] Allerdings kam es Anfang 2010 zu einem Phishing-Angriff auf den EU-Emissionshandel. Mit den erbeuteten Kontodaten konnten die Angreifer sich in die Nutzerkonten der betroffenen Unternehmen einloggen und anschließend die zugehörigen Emissionszertifikate auf dem Markt verkaufen. Das Sicherheitsleck ging weniger von dem Datenerfassungssystem aus als von der mangelnden Sensibilität einzelner Nutzer gegenüber gefälschten E-Mail Benachrichtigungen.[71]

Energy Master plus

Beim Energy Master stellt sich die Frage nach der Vertraulichkeit der Daten nicht, da es sich um eine Insellösung (PC-Software ohne Internetnutzung) handelt. Es werden keine Daten weitergegeben, es sei denn der Nutzer tut dies selbst.[72]

4.6.3 Ergänzende Empfehlungen

Der Koordinator muss aufgrund seiner fachlichen Kompetenzen und seiner Unbefangenheit vertrauenswürdig sein und von der Zielgruppe als vertrauenswürdig wahrgenommen werden. Alle Nutzer des Benchmarking sollen sich sicher sein können, dass Daten professionell verarbeitet werden und mit sensiblen Daten verantwortungsbewusst umgegangen wird.

Ferner sind nach Norm-Anforderungen die Daten zu anonymisieren, wie dies etwa im BESS-Projekt erfolgt ist. Dies kann aber, wenn der Koordinator die Möglichkeit zur Rückfrage haben soll noch nicht auf der Stufe der Eingabe, sondern erst bei der Veröffentlichung der Ergebnisse geleistet werden. Wenn von den Ergebnissen des Benchmarking konkrete Regelungen abhängen, wie etwa der Umfang kostenloser Zuteilungen von Emissionszertifikaten an ein Unternehmen, wird die Anonymisierung der Daten erschwert. Diese Problematik würde sich auch in jedem anderen Fall stellen, wo die Teilnahme bzw. das Abschneiden beim Benchmarking einem Nachweis dient. Würde z. B. die Kopplung von Steuervergünstigungen

[69] Vgl. adelphi 2012b: o.S.

[70] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011b: 8

[71] Vgl. Institut für Internetsicherheit 2010: o.S.

[72] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 2

im Energiebereich mit der Teilnahme an einem Energieeffizienz-Benchmarking-System verknüpft, so muss der Koordinator auf jeden Fall Kenntnis über die Identität der Unternehmen haben und die Ergebnisse eindeutig zuordnen können.

Mit Blick auf den Vorfall des Phishing Angriffs auf den Emissionshandel zeigt sich, dass bei onlinebasierten Systemen höchstes Augenmerk auf die IT-Sicherheit zu legen ist. Dies ist insbesondere dann von großer Bedeutung, wenn umfassende Informationen zum Betrieb hinterlegt werden.

4.7 Eindeutige und verständliche Datenerhebung: Art, Format und Genauigkeit der Eingabedaten

4.7.1 Anforderungen der EN 16231

Je nachdem, welche Daten zur Erreichung der Benchmarking-Zielsetzung benötigt werden, müssen diese auch abgefragt werden (Anm.: bei der Anwendung von Korrekturfaktoren sind entsprechend mehr Dateneingaben erforderlich, welche die zu berücksichtigenden, festgelegten Besonderheiten widerspiegeln). Die Vorgehensweise zur Datenerhebung soll mit allen Beteiligten abgestimmt werden und das verantwortliche Management der Datenweitergabe zustimmen

Auf der Basis der Anforderungen sind vom Koordinator Formulare zur Datenerhebung zu erarbeiten. Diese Formulare müssen unmissverständlich und eindeutig die benötigten Daten abfragen. Ferner ist anzugeben, ob genaue Daten verlangt werden (z. B. mit Nachweisen in Form von Messprotokollen), oder ob Schätzungen genügen. Bereits vor dem Benchmarking sollten die Formulare allen involvierten Akteuren im Benchmarking präsentiert werden, damit Unstimmigkeiten während des Benchmarking vermieden und von Vornherein ausgeräumt werden können. Es muss Konsens herrschen, gerade auch um Konflikten vorzubeugen (Anm.: die Methode des Benchmarking sollte dann nicht mehr in Frage gestellt werden können). Die vereinbarte Form der Datenerhebung ist anzuwenden.[73]

4.7.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

Da die FfE-Studie kein Benchmarking-System beschreibt, wird auf die Beschaffenheit eines Fragebogens nicht eingegangen. Es werden aber deutliche Anforderungen an das Datenmaterial gestellt, das der Entwicklung von Vergleichskennzahlen zugrunde liegt. Grundsätzlich sollen sich die Vergleichswerte auf konkrete Messungen stützen, bei denen die Randbedingungen berücksichtigt wurden. Als Quellen für die Berechnung von Vergleichswerten werden folgende genannt:

- Betriebliche Energiekennzahlen, die direkt durch Messung unter Berücksichtigung der Randbedingungen entwickelt wurden.

[73] Vgl. DIN EN 16231:2012: 9ff.

- Auswertung weiterer Messungen, die bzgl. der Fertigungsanlagen unter Berücksichtigung der Randbedingungen vorgenommen worden sind und zum Zweck der Kennzahlentwicklung angewendet werden können.
- Literaturangaben oder Herstellerangaben, in der Regel stammen diese ebenfalls aus Messungen. Hier stellt sich das Problem, dass die Randbedingungen, unter denen gemessen wurde, nicht oder nicht hinreichend beschrieben sind.[74]

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)

Die registrierten Teilnehmer-Unternehmen übermitteln ihre Energiedaten über das BESS-Frontend mittels eines Identifikationsschlüssels (GUID-Code), der vom BESS-Programm erstellt und vom Administrator vergeben wird. Durch die Eingabe erhalten die Teilnehmer Zugriff auf die für das Unternehmen eigens kreierte Webseite. Außerdem können Datensätze ebenfalls von einem allumfassenden Administrator eingetragen werden.[75] Nichtregistrierte Nutzer können ein Einzelfall-/Demonstrations-Benchmarkingmodul nutzen, um ihre energiebezogene Leistung mit den in der Datenbank gegenwärtig vorhandenen Daten zu vergleichen. Diese Daten sind nicht im System gespeichert und können durch andere weder gesehen noch verwendet werden („ad-hoc Benchmarking“).

Für jede teilnehmende Branche wurde ein eigenes Datenerhebungsblatt erstellt. Dieses Datenerhebungsblatt im Excelformat dient zur Datensammlung im Unternehmen. Im ersten Teil des BESS-Projekts wurden die Benchmarkdaten von den nationalen Administratoren mit dem Exceldokument gesammelt und an den Norwegischen Projektpartner, der für die Eingabe aller Daten in das BM-System verantwortlich war (global administrator), weitergeleitet.

Im Nachfolgeprojekt „Ex-BESS“ hatten die Betriebe bereits die Möglichkeit, ihre Dateneingabe online vorzunehmen. Der nationale Benchmark-Administrator war für die Überprüfung und Freigabe der Daten verantwortlich.

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Bei der Erstberatung im Rahmen der KMU-Initiative handelt es sich um eine Abschätzung der in einem Unternehmen vorhandenen Potentiale zur Energieeffizienzsteigerung und zur Energiekosteneinsparung. Die Genauigkeit der Abschätzung ist abhängig von der Erfahrung des Beraters und den vorhandenen Materialien.

Vor Abschätzung der Einsparpotentiale müssen die tatsächlichen Energieverbrauchsdaten und sonstige Daten erhoben werden. Den Energieberatern wird dazu ein Excel-Tool zur standardisierten Darstellung der Beratungsergebnisse zur Verfügung gestellt, das verbindlich auszufüllen ist. Die Datensätze können für weiterführende Auswertungen im Rahmen von Benchmarking genutzt werden.

Die Daten werden durch den Energieberater erhoben. Die für die Benchmarks nötigen Daten wie Gesamtenergieverbrauch, Produktionsmengen, Flächenangaben, Umsatzzahlen, Anzahl der Mitarbeiter etc. sind keine Schätzungen, sondern beruhen auf den Jahresenergierechnungen und Angaben der Betriebe.

[74] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 32f.

[75] Vgl. DIN EN 16231:2012: 19

Will der beratene Betrieb eine Maßnahme umsetzen, steht ihm eine zweite Beratung, die „Umsetzungsberatung“ zu.

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

Das Online-Datenblatt zur Erfassung der Energiedaten wurde in Zusammenarbeit mit branchenerfahrenen Energieexperten und in Abstimmung mit Hoteliers und Gastronomen entwickelt. Neben den Energiedaten werden auch Randbedingungen abgefragt wie die Postleitzahl (für Witterungskorrektur), die Betriebsfläche, Wellnessfläche, Anzahl der Saunaanlagen etc. Der Abfragebogen konnte nicht mit allen heute Beteiligten abgestimmt werden, da diese zum Großteil erst später in den Prozess einstiegen, als das Energiesparprogramm bereits existierte. Dabei hat sich herausgestellt, dass man die Abfrage auf die Daten beschränken sollte, die für das Monitoring und Benchmarking benötigt werden. Insbesondere die Abfrage des Umsatzes ist problematisch, weil die Nutzer diese Daten nicht gerne online eingeben. Sensible Daten sind daher freiwillig und nur die unbedingt benötigten Daten obligatorisch (wie z. B. Anzahl Übernachtungen, Gedecke etc.). Für neue Benchmarking-Systeme wird empfohlen, die Datenmenge auf das Notwendige zu reduzieren, da eine große Fülle an Eingaben potentielle Nutzer eher abschreckt.

Im Energiesparprogramm werden den Nutzern keine Vorgaben zur Genauigkeit ihrer Dateneingaben gemacht. Da die Daten dort primär dem Monitoring dienen, liegt es im Interesse der Hoteliers und Gastronomen, die Eingaben möglichst genau vorzunehmen, damit sie aussagekräftige Ergebnisse zur Entwicklung ihrer Energieeffizienz erhalten. Die Genauigkeit der Dateneingabe kann nicht verifiziert werden.

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

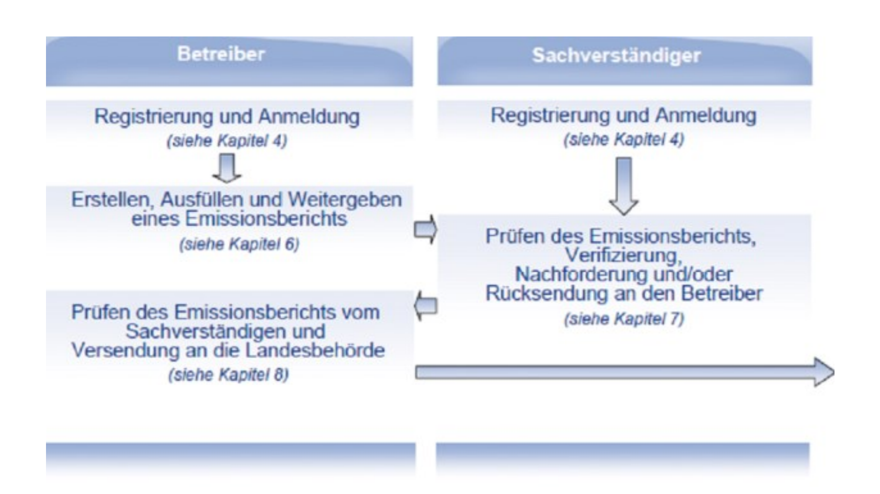


Abb. 6: FMS für die Emissionsberichterstattung

Quelle: Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011b: 9

Die Emissionsberichterstattung erfolgt im europäischen Emissionshandel über die Online-Software FMS. Es sind zwei Benutzerzugänge vorgesehen – ein Zugang für den Anlagenbetreiber und ein Zugang für einen Sachverständigen.

Die Datenabfrage erfolgt anhand von Formularen, die die Nutzer durch den gesamten Erfassungsprozess führen. Dabei werden z. B. der Berichtszeitraum, die Art der Anlagen (auf

Basis eines oder mehrerer NACE-Codes), die Art und Anzahl der produzierten Güter (auf Basis der vorgegebenen Produktliste[76]) und die Art und Anzahl der Treibhausgasemissionen abgefragt.[77] Die Ansprüche an die Datengenauigkeit sind hoch, es wird gefordert, die Daten mit dem „im Einzelfall höchsten erreichbaren Grad an Genauigkeit und Vollständigkeit zu erheben und einzugeben“[78]. Sie müssen anschließend von einem Sachverständigen geprüft werden. Nach der Freigabe der Eingabedaten wird der daraus generierte Emissionsbericht an die DEHSt weitergeleitet.[79]

Energy Master plus

Die Nutzer des Energy Master plus werden schrittweise durch die Dateneingabe geführt. Es werden im Benutzerhandbuch Hilfestellungen gegeben, um Missverständnisse bei der Eingabe zu vermeiden. Es ist aber nicht festgelegt, wie genau die Dateneingabe erfolgen soll. Dies ist den Nutzern der Software selbst überlassen. Bei der Dateneingabe können die Nutzer zwischen verschiedenen Formaten hinsichtlich der Messgröße (kWh, m³, Liter etc.) wählen, die dann in eine einheitliche Größe (kWh) umgerechnet werden.[80]

4.7.3 Ergänzende Empfehlungen

Bei der Entwicklung von Formaten zur Datenerfassung sollte besonderer Wert auf die Nutzerfreundlichkeit gelegt werden. Es sollte abgewogen werden zwischen dem Wunsch, eine möglichst umfassende Erhebung zu machen, und damit auch exaktere Aussagen treffen zu können, und der Gefahr Nutzer durch die Fülle von Eingabemöglichkeiten abzuschrecken. Dies gilt ebenso für die Abfrage sensibler Daten (Umsatz, Gesamt- und Energiekosten etc.). Hier muss ebenso abgewogen werden zwischen dem Nutzen und der Gefahr, Nutzer abzuschrecken, da es sich in der Praxis gezeigt hat, dass Unternehmer diese Zahlen im Allgemeinen nicht gerne teilen und im Speziellen nicht online. Daher sollte generell auf die Abfrage sensibler Daten wie Umsatz, Gewinn, Gesamtkosten, Energiekosten (eigentlich alles was in der Einheit Euro gemessen wird) verzichtet werden. Der Umfang der Datenabfrage kann auf folgenden Punkt gebracht werden: „so viel wie nötig und so wenig wie möglich“. Es wird empfohlen, die Verbrauchswerte bzgl. der Energieträger so abzufragen, wie Sie den Nutzern des Benchmarking zur Verfügung stehen. Erdgas wird ggf. nicht in kWh auf der Energierechnung ausgewiesen, sondern in m³. Wird Holz als Energieträger eingesetzt, so wird die Menge üblicherweise als Raummeter ausgerechnet.

Zur Sicherstellung einer hohen Qualität der erfassten Daten ist von Vorteil, wenn die Daten durch qualifizierte Experten, z.B. im Rahmen eines Energieaudits vorgenommen werden.

Optimal ist die automatisierte Datenerhebung in Echtzeit, so dass das Benchmarking ein kontinuierlicher Prozess wird und Benchmarks laufend aktualisiert werden können. Im Zuge eines automatisierten Erfassungssystems entstehen entsprechend hohe Anforderungen an den Datenschutz.

[76] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) o.J.: 1f.

[77] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011h: 16

[78] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011h: 17

[79] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011b: 10

[80] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 12f.

4.8 Prüfung der Eingabedaten auf Plausibilität und Verlässlichkeit

4.8.1 Anforderungen der EN 16231

Wenn die Dateneingaben erfolgt sind, muss bereits vor der eigentlichen Datenauswertung vom Koordinator nach einem einheitlichen Muster überprüft werden, ob die Eingaben plausibel und verlässlich sind. Die Überprüfung kann der Koordinator anhand folgender Methoden vornehmen:

- Berechnung, ob die Eingabedaten unter physikalischen Gesichtspunkten logisch sind. Wenn die Eingabedaten viel zu niedrig oder viel zu hoch angesetzt sind, liegt die Vermutung nahe, dass es sich um Tippfehler handelt.

- Der Koordinator kann, wenn diese verfügbar sind, Energie- und Materialbilanzen anfordern, um die Verlässlichkeit der Dateneingaben sicherzustellen. Diese Anforderung kann direkt bei der Dateneingabe gestellt werden.

- Ein Blick auf das Unternehmen (Begehung des Standorts), das die Daten bereitstellt, kann ebenfalls zur Einschätzung der Richtigkeit der Dateneingabe nützlich sein.

- Der Koordinator kann für die Einschätzung der Datenqualität seine Branchenerfahrungen bzw. seine Kenntnis der Anlagentechnik nutzen um “instinktiv” festzustellen, ob Eingabedaten realistisch sind. [81]

Wenn bei der Überprüfung der Validität der Daten, Unregelmäßigkeiten oder Unstimmigkeiten auffallen, dann bedarf es Rückfragen an das Unternehmen. Stellen sich die Dateneingaben dabei tatsächlich als falsch heraus, muss das Unternehmen erneut seine Daten eingeben. Die Daten sind dann erneut zu prüfen.[82]

4.8.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

Auf Mechanismen zur Prüfung der Fehlerfreiheit von Eingabedaten wird in der FfE-Studie nicht eingegangen.

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)

Zwar ist jeder nationale Benchmark-Administrator für die Überprüfung der eingegebenen Daten verantwortlich. Ein einheitliches Schema zur Überprüfung wurde jedoch nicht festgelegt. In Österreich wurde beispielsweise die Richtigkeit und Plausibilität der eingegebenen Daten der acht Pilotbetriebe (Molkereien) in enger Zusammenarbeit mit den Pilotbetrieben und der Österreichischen Energieagentur als Benchmarking-Administrator sichergestellt. Es

[81] Vgl. DIN EN 16231:2012: 18

[82] Vgl. DIN EN 16231:2012: 10f.

gab mehrere Treffen mit allen Betrieben und jeder einzelne Betrieb wurde von der AEA und einem Beratungsunternehmen besucht.

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Bei der Auswertung der Ergebnisse und der Erstellung der Benchmarks wurden die erhobenen Daten der Energieberater auf Plausibilität überprüft. Es gibt jedoch kein System, das die Fehlerfreiheit der Dateneingaben prüft.

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

Die Daten zum Energieverbrauch und zu den Randbedingungen (Gebäude, Ausstattung, Auslastung etc.) werden durch die Nutzer online und eigenverantwortlich eingetragen. Die Eingaben dienen primär dem Monitoring, also zur Kontrolle der Entwicklung der Energieeffizienz im eigenen Betrieb. Die einzelnen Angaben werden anschließend von den Koordinatoren der Energiekampagne auf Plausibilität überprüft. Offensichtlich unrealistische Werte können dadurch identifiziert werden. In einem solchen Fall werden die Hoteliers und Gastronomen kontaktiert. Die Eingaben müssen zunächst von den Koordinatoren freigegeben werden, bevor sie im Benchmarking berücksichtigt werden.

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

Da die Eingabedaten über die Zuteilungsmenge kostenlose Emissionszertifikate entscheiden, müssen die Daten sehr hohen Qualitätsanforderungen hinsichtlich der Fehlerfreiheit genügen. Bereits während der Eingabe werden die Daten vom FMS auf Plausibilität überprüft. Diese automatisierte Prüfung dient aber lediglich der ersten Aussortierung grober Eingabefehler. Die eigentliche Prüfung der Eingabedaten erfolgt durch von der DEHSt anerkannte, unabhängige Sachverständige. Als Sachverständige treten Umweltgutachter auf, die die Anforderungen des Umweltauditgesetzes (UAG) erfüllen.[83] Sie prüfen vor Ort im Unternehmen die Quantifizierung der Treibhausgase.

Der vom Anlagenbetreiber ausgewählte Sachverständige erhält einen gesonderten Nutzerzugang zum FMS und bestätigt dort nach der Prüfung vor Ort die Richtigkeit der Angaben des Anlagenbetreibers (bzw. dessen Beraters) durch seine digitale Signatur. Werden nach der Signatur durch den Anlagenbetreiber Daten verändert, wird diese Signatur automatisch wieder entfernt. Eine erneute Bestätigung durch den Sachverständigen ist nötig. Erst wenn die Daten signiert sind, kann der Anlagenbetreiber den Emissionsbericht an die DEHSt versenden.[84]

Energy Master plus

Da die Auswertung der Ergebnisse aus dem Energy Master nicht zentral koordiniert wird, steht kein System zur Prüfung der Eingabeergebnisse zur Verfügung.

[83] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011e: o.S.

[84] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011b: 9f.

4.8.3 Ergänzende Empfehlungen

Die Plausibilitätsprüfung und Verlässlichkeitsprüfung ist ein wichtiger Bestandteil eines Benchmarking, um frühzeitig Fehler aufzuspüren. Umfang und Genauigkeit der Prüfung sind dabei stark vom zur Verfügung stehenden Budget abhängig. Für schlanke Systeme, die direkt nach der Eingabe ein Ergebnis ausweisen sollen, ist nur eine automatisierte Schnell-Prüfung möglich, in der die Grenzwerte des „Möglichen" definiert werden.

Wenn fehlerhafte Daten verlässlich ausgeschlossen werden sollen, genügt eine automatisierte Prüfung nicht. Die Datenerhebung sollte sich dann an Mindeststandards wie beispielsweise die „Monitoring & Verification Vorgangsweise im Rahmen der ISO 50001" oder an die Kriterien der EN 16247 „Energieaudits" halten. Unabhängige Energie-Auditoren müssen die eingegebenen Daten im Zuge von regelmäßig durchgeführten Energieaudits überprüfen. Bestehende Systeme wie sie etwa in Deutschland im Zusammenhang mit verpflichtendem Energiemanagement für Betriebe angedacht sind (oder existieren), sollten genutzt werden.

Wenn von den Benchmarking-Ergebnissen konkrete Wettbewerbsfaktoren abhängen (wie beim Benchmarking im Emissionshandel in Form der Zuteilungsmenge an kostenlosen Zertifikaten), so ist allerhöchste Verlässlichkeit gefordert. In einem solchen Fall sollte die Überprüfung durch zertifizierte Gutachter erfolgen.

4.9 Aussagekräftige Auswertung und Überprüfung der Ergebnisse

4.9.1 Anforderungen der EN 16231

Nach einer ersten Prüfung der Eingabedaten werden die Ergebnisse des Benchmarking vom Koordinator oder einer neutralen Person ausgewertet. Die Form der Auswertung erfolgt wie in den Zielstellungen vorgesehen. Die Vergleichsgröße ist der vereinbarte Energy Performance Indicator, der die Energieeffizienz der vereinbarten Benchmarking-Grenze ggf. unter Berücksichtigung von vereinbarten Korrekturfaktoren ausweist. Für eine aussagekräftige und anschauliche Auswertung sollen die Ergebnisse den Nutzern in Tabellen, als Diagramme oder anhand von Schaubildern präsentiert werden. Die Art der Darstellung richtet sich ebenfalls nach dem zu Beginn des Benchmarking vereinbarten Vorgehen.[85]

Die Auswertung der Ergebnisse kann eine Benchmarking Kurve beinhalten. Dabei werden die Datensätze der betrachteten Einheiten (definiert durch die einheitliche Benchmarking-Grenze) entlang der Abszisse angeordnet. Die Ordinate weist die Höhe des spezifischen Energieverbrauchs der betrachteten Einheiten aus. Die Reihenfolge der Anordnung entlang der Abszisse kann aufsteigend oder absteigend erfolgen. Im ersten Fall stehen die effizientesten Einheiten ganz links und die am wenigsten effizienten Einheiten ganz rechts im Koordinatensystem.[86] Die Norm empfiehlt zur Analyse der Ergebnisse folgende Kriterien:

- Der spezifische Energieverbrauch des am wenigsten effizienten Prozesses ist maximal 3-mal so hoch wie der spezifische Energieverbrauch der effizientesten Einheit.

[85] Vgl. DIN EN 16231:2012: 18f.

[86] Vgl. DIN EN 16231:2012: 19

- Die aufgereihten Datensätze beschreiben eine gleichmäßige Kurve ohne Sprünge oder Unterbrechungen.
- Die Abstände zwischen den Datensätzen der effizientesten Anlagen verlaufen ohne größere Sprünge.
- Der spezifische Energieverbrauch der am wenigsten effizienten Einheit (letzter Datenpunkt einer aufsteigenden Kurve) ist plausibel und möglich.
- Die Auswirkungen möglicher Korrekturen auf den spezifischen Energieverbrauch der betrachteten Einheiten sind nur gering.[87]

Treten bei der Überprüfung der Ergebnisse Fragen auf, sind diese mit den Benchmarking-Beteiligten zu klären. Weisen sich Daten als falsch heraus, sind diese zu korrigieren und die Ergebnisse neu zu berechnen. Der Koordinator hat für die Glaubwürdigkeit und Aussagekraft der Auswertung und Ergebnisse Sorge zu tragen. Unterschiede in der Energieeffizienz sollten, auch nach der Anwendung der beschlossenen Korrekturfaktoren, erklärbar sein. Dafür muss die Auswertung ausreichende begleitende Informationen enthalten. Um die Akzeptanz der Ergebnisse und der angewendeten Korrekturfaktoren sicherzustellen, müssen sie von den Benchmarking-Beteiligten validiert werden. Im Einzelfall kann der Koordinator nachträglich zusätzliche Korrekturen auf Einheiten anwenden, bei denen sich Besonderheiten erst im Nachhinein herausstellen, muss dies aber genau dokumentieren.[88]

Die Auswertung umfasst nicht notwendigerweise die Bestimmung einer Benchmark. Es hängt davon ab, ob dies in der Zielstellung festgelegt wurde. Die Benchmark ist von der Norm definiert als Orientierungspunkt für die Beteiligten.[89] Dient das Benchmarking der Energieeffizienz-Verbesserung, so muss die Benchmark den besten verfügbaren Stand der Technik widerspiegeln. Die Benchmark muss von den Beteiligten bestätigt werden.[90]

4.9.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

Die Frage nach der Entwicklung der Benchmark war nicht Gegenstand der FfE Studie, jedoch wird angeschnitten, wie die Vergleichswerte angewendet werden sollen. Der Bezugswert soll demnach soweit möglich den besten Stand der Technik widerspiegeln.[91] Sind solche Werte nicht verfügbar, können ersatzweise auch Durchschnittswerte als Orientierung herangezogen werden. Es ist auf jeden Fall zu dokumentieren, was der Bezugswert genau ausdrückt, welche Randbedingungen gelten und wie er ermittelt wurde.[92] Die Frage nach einer Benchmarking-Kurve und von Korrekturfaktoren war nicht Gegenstand der FfE Studie.

[87] Vgl. DIN EN 16231:2012: 18

[88] Vgl. DIN EN 16231:2012: 11

[89] Vgl. DIN EN 16231:2012: 6

[90] Vgl. DIN EN 16231:2012: 11

[91] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 30

[92] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 32f.

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)

Abb. 7: Benchmarking-Kurve im BESS-Projekt

Quelle: BESS-Project

Die Nutzer des BESS-Benchmarking können ihre Energienutzung im Vergleich zu anderen Unternehmen in derselben Benchmarking-Klasse (d. h. innerhalb derselben Branche) bewerten. Die Benchmarking-Kurve im BESS-Projekt ist flach, die Bandbreite ist jedoch groß.

Die Auswertung ist im BESS-Project flexibel gestaltet. Es können verschiedene Filter angewendet werden, die z. B. die Auswertung auf bestimmte Länder beschränken. Durch die Flexibilität können die Nutzer selbst wählen, ob sie Korrekturfaktoren bzgl. Klima, Sortimentsbreite etc. anwenden möchten oder nicht.

Auf der für das Unternehmen erstellten Website werden - wie in der Abbildung gezeigt - spezifische Unternehmensdaten durch einen grünen Balken hervorgehoben. Die Datenpunkte der anderen Unternehmen innerhalb derselben Benchmarking-Grenze werden als graue Balken dargestellt.

Weitergehende Ausführungen zu diesen Anpassungsverfahren können der Webseite des BESS-Projektes entnommen werden (www.bess-project.info).[93]

[93] Vgl. BESS-Project

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

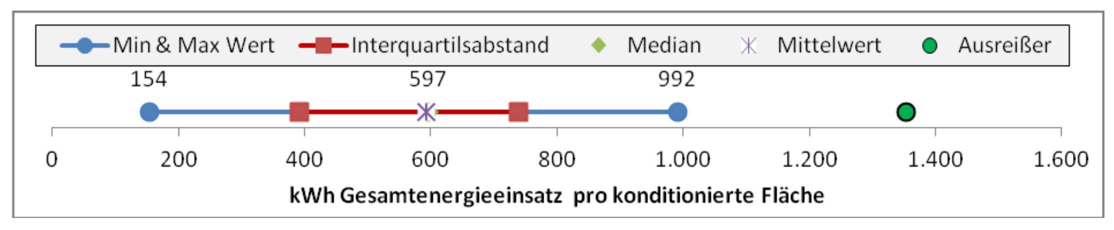


Abb. 8: Auswertung KMU-Initiative

Quelle: www.kmu-initiative.at

Bei der Auswertung der gesammelten Daten wurden zahlreiche statistische Kennwerte berechnet:

- Minimumwert: kleinster Wert der Verteilung
- Unteres Quartil: die kleinsten 25 Prozent der Werte
- Median: trennt die Verteilung in zwei gleich große Bereiche, 50 Prozent der Werte sind kleiner oder größer als dieser Wert. Seine Lage im IQR zeigt, ob die Verteilung symmetrisch oder schief ist.
- Arithmetisches Mittel (Mittelwert): eine häufige Berechnungsart bei Kennzahlen, die alle Werte berücksichtigt, allerdings keine Rückschlüsse auf die Verteilung zulässt und empfindlicher gegenüber Extremwerten ist
- Oberes Quartil: die größten 25 Prozent der Werte liegen darüber
- Interquartilsabstand (IQR): die mittleren 50 Prozent der Werte liegen hier, wird durch das obere und das untere Quartil begrenzt
- Ausreißer: Extremwerte, die vom oberen oder unteren Quartil weggerechnet, den eineinhalbfachen Interquartilsabstand überschreiten.

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

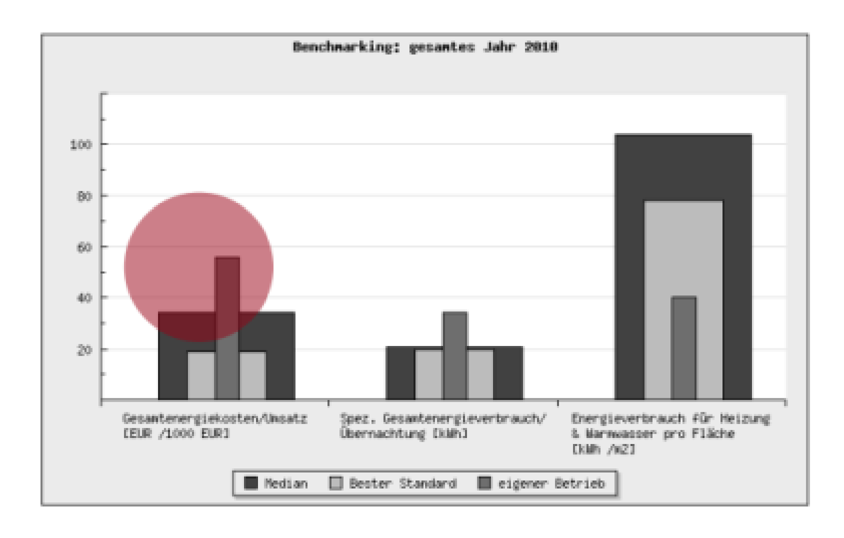


Abb. 9: Auswertung im Energiesparprogramm

Quelle: adelphi 2012b: o.S.

Die Auswertung des Energiesparprogramms erfolgt nicht anhand einer Benchmarking-Kurve, sondern anhand eines Säulendiagramms, in dem für selbst definierbare Kennzahlen das beste Quartil, der Median und der eigene Betrieb dargestellt werden. Die Prüfung der Datenverteilung anhand einer Benchmarking-Kurve ist nicht Bestandteil des Programms.

Die Auswertung umfasst neben dem im Energiesparprogramm angegebenen Diagramm auch die Tabellen für den eigenen Betrieb. Welche Energiekennzahlen dabei angezeigt und für das Benchmarking herangezogen werden, können die Nutzer selbst wählen. Die Benchmark ist jeweils als das beste Quartil angegeben.

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

Die Auswertung der eingegeben Emissionsdaten erfolgt in Form des Emissionsberichtes, der vom FMS generiert wird. Dieser enthält alle wesentlichen Daten des Anlagenbetreibers. Konkretes Ergebnis der Auswertung sind die Menge der Emissionszertifikate, die dem Anlagenbetreiber zugeteilt werden.

Aus den eingegangenen Emissionsberichten entwickelt die DEHSt Statistiken, welche Menge an Treibhausgasen in den einzelnen Anlagentypen (z. B. Raffinerien) anfallen. Die Statistiken sind in Form von VET-Berichten (VET: Verified Emission Table) kostenfrei zum Download verfügbar.[94]

Angaben zur Höhe der festgelegten Benchmarks für die einzelnen Produktkategorien finden sich im DEHSt Leitfaden zur Zuteilung 2013 bis 2012, Dokument 3c.[95] Als Benchmark fungieren je nach Produktkategorie die Durchschnittsleistungen der 10 % besten Betriebe, die aus den Emissionsberichten aus historischen Daten vorangegangener Handelsperioden ermittelt wurden.[96]

Die kostenlose Ausgabe von Emissionszertifikaten wird schrittweise zurückgefahren, bis sie im Jahr 2020 nur noch einen niedrigen Prozentsatz der festgelegten Benchmarks abdecken. Die Degression wird aber nur auf solche Anlagen in vollem Umfang angewendet, wenn die Wahrscheinlichkeit für Carbon-Leakage gering ist.

Energy Master plus

Die Benchmark ist wie bei der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe das beste Quartil der betrachteten Prozesse.[97]

Im Zuge der Auswertung werden die sich aus der Differenz des Ist-Zustands und Benchmarks ergebenden Einsparpotentiale pauschal um 20 % reduziert. Dieser Wert wird dann als „Einsparpotential" graphisch in Form von Säulendiagrammen ausgewertet. Wenn das berechnete Einsparpotential mehr als 10 % beträgt, empfiehlt das Programm die Durchführung einer Energieberatung vor Ort.[98] Ferner erhält der Nutzer Vorschläge für Energieeffizienz-

[94] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011c: 1ff.

[95] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011j: z.B. 26f.

[96] Vgl. Amtsblatt der Europäischen Union 2011: 1

[97] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 19

[98] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 21f.

maßnahmen. Diese werden aus einem Katalog von insgesamt 107 Standard-Einzelmaßnahmen zusammengestellt.[99] Darüber hinaus enthält die „Energie-Diagnose“ eine Auflistung der firmeneigenen Energiekennzahlen sowie die Bewertung „Gut“, „Schlecht“ und – wenn keine Vergleichswerte vorhanden - „Unbewertet“.[100] Da die Auswertung der Ergebnisse nicht koordiniert wird, steht kein System zur Prüfung der Ausgabeergebnisse zur Verfügung.

4.9.3 Ergänzende Empfehlungen

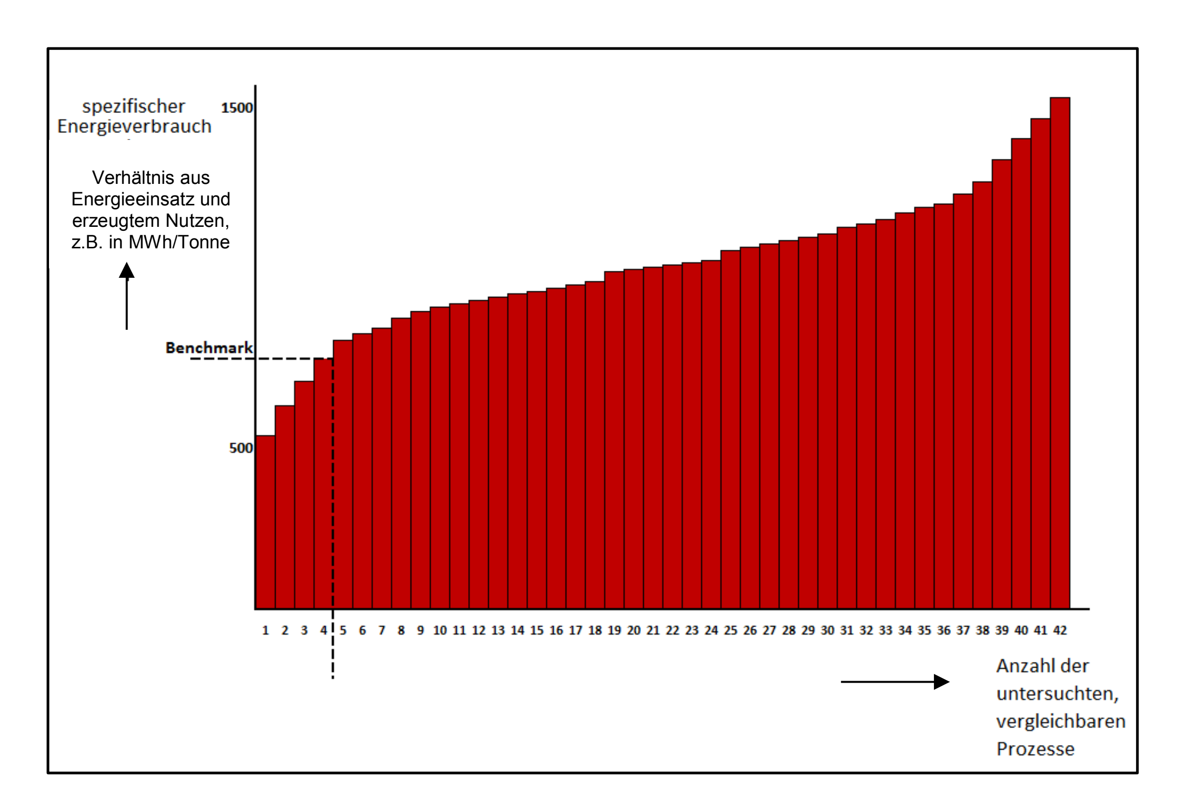


Abb. 10: Beispiel einer Benchmarking-Kurve

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Mit Blick auf Übersichtlichkeit, Aussagekraft und Analysemöglichkeiten sollte die Auswertung als Benchmarking-Kurve erfolgen. Ausreißer sind sofort erkennbar. Außerdem hilft es der Interpretation, wenn die Kurve mit begleitenden Informationen unterlegt ist, die z. B. beim „Anklicken“ eines Datenpunktes erscheinen und Auskunft zu einigen betrieblichen Besonderheiten und dem damit verbundenem Umfang der Korrektur geben. Ferner sollten die Ergebnisse tabellarisch aufgezeigt werden.

Zur Akzeptanz der Ergebnisse ist es wichtig, dass sie durch die Nutzer des Benchmarking bestätigt werden. Zwar können laut Norm, wenn sich nachträglich nicht berücksichtigte Unterschiede zwischen den verglichenen Prozessen ergeben, Korrekturfaktoren ergänzt wer-

[99] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 24

[100] Vgl. Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: 22

den. Diese Möglichkeit verführt die Benchmarking-Teilnehmer jedoch dazu, ihre Ergebnisse künstlich aufzubessern und Druck auf den Koordinator auszuüben (gerade wenn es im Interesse der Energieverantwortlichen innerhalb der beteiligten Organisationen liegen sollte, gegenüber dem Management eine hohe Energieeffizienz zu nachzuweisen). Es wird daher davon abgeraten, Korrekturen im Nachhinein vorzunehmen. Wenn dies unvermeidbar sein sollte, darf der Koordinator dem Druck zu unsachgemäßen Korrekturen nicht nachgeben und muss sehr bedächtig vorgehen. Wenn zu großer Bedarf an Korrekturen auftritt, ist es ratsam, die Festlegung der Benchmarking-Grenze zu überdenken bzw. noch stärker zu verfeinern. Hier zeigt sich eine weitere Anforderung an die Eigenschaften eines Koordinators: Durchsetzungskraft.

4.10 Transparente Berichterstattung

4.10.1 Anforderungen der EN 16231

Alle vorangegangenen Schritte des Benchmarking sind zu dokumentieren und allen Benchmarking-Beteiligten zugänglich zu machen. Die Vertraulichkeit muss gewahrt werden, Festlegungen zur Weitergabe von Daten müssen beachtet werden. Der Benchmarking-Bericht muss alle wesentlichen Informationen des Benchmarking enthalten. Nach den Anforderungen der Norm sind das im Einzelnen die:

- Zielstellung (Anm.: z. B. Bereitstellung erster Anhaltspunkte zu Verbesserung der Energieeffizienz)
- Art und Beteiligte des Benchmarking (Anm.: z. B. externes Benchmarking zwischen 50 Einzelhandelsbetrieben)
- Gegenstand (Anm.: z. B. Heizungspumpensystem unter Berücksichtigung des Verteilnetzes)
- Benchmarking-Grenzen (Anm.: inkl. Definition der Ausgabeeinheit, des Zeitrahmens, aller weiterer Beschränkungen und des Energy Performance Indicators etc.
- Korrekturfaktoren (Anm.: inkl. Vorgehen bei der Festlegung und Diskussion der Eignung etc.)
- Auswertung und Ergebnisse (Anm.: inkl. der zugrunde liegenden, anonymisierten Daten, Benchmarking-Kurve, Vorgehen bei der Ermittlung der Benchmark etc.)
- Schwierigkeiten, die im Zuge des Benchmarking aufgetreten sind (Anm.: z. B. nachträgliche weitere Einschränkungen der Benchmarking-Grenzen)
- Schlussfolgerungen mit Empfehlungen zur Verbesserung für ein mögliches weiteres Benchmarking-Vorhaben

Mit Blick auf den gegenseitigen Erfahrungsaustausch und zur Anregung einer Diskussion ist es sinnvoll, die Ergebnisse den Beteiligten bei einem gemeinsamen Treffen vorzustellen (Anm.: gegebenenfalls bereits im Zuge der ersten Kommunikation der Ergebnisse vor Anfertigung des formalen Benchmarking-Berichts).[101]

[101] Vgl. DIN EN 16231:2012: 11

4.10.2 Erfahrungen aus der Praxis

Studie der FfE zur Ermittlung von Energiekennzahlen

An zahlreichen Stellen der FfE Studie wird eine transparente Dokumentation gefordert, wie Vergleichskennzahlen gebildet wurden, wie sich die Randbedingungen darstellen und was die Richtwerte (Benchmark) genau ausdrücken.[102]

Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs (BESS)

Im Rahmen des BESS-Projekts werden branchenspezifische Messdaten und Verbesserungsmaßnahmen als Fallstudien dokumentiert, um es dem teilnehmenden Unternehmen zu erleichtern, wirksame Energieeffizienzmaßnahmen umzusetzen. Über das internetbasierte Benchmarkingmodul kann die eigene Leistung im Zeitverlauf (Monitoring) überwacht und die Leistung gegenüber bewährten Vorgehensweisen und Mittelwerten (Benchmarking) innerhalb ihrer Benchmark-Klasse überprüft werden.

KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Nachdem die KMU-Initiative als Beratungsinitiative angelegt ist, erhalten die Betriebe nach Durchführung der Energieberatung einen Beratungsbericht mit vorgeschlagenen Energiesparmaßnahmen. Bisher sind keine Benchmarks im Bericht enthalten. Die Benchmarks wurden vielmehr im Nachhinein für ausgewählte Branchen aus den Ergebnissen der Beratungen ermittelt und stehen allen Betrieben (auch jenen, die nicht beraten wurden) im “klima:aktiv Benchmarking Simple Tool” online auf www.energymanagement.at zur Verfügung.

Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe

Die Dokumentation der Funktionsweise des Benchmarking ist bei der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe bereits im Rahmen der Eingabeformulare klar dargestellt. Es wird etwa erläutert, wie der verwendete Klimakorrekturfaktor gebildet und angewendet wird und wie BHKW eingerechnet werden. Aus den hinterlegten Datensätzen im Energiesparprogramm der DEHOGA Energiekampagne Gastgewerbe können Excel-Listen exportiert und für statistische Zwecke verwendet werden. Die Versendung komplexer Berichte an alle Nutzer des Benchmarkings ist nicht vorgesehen.

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels

Der Systematik des Benchmarking im Emissionshandel liegen umfassende Studien zu Grunde, die frei verfügbar sind. Einen guten Einblick bietet die Publikation „Developing Benchmarking Criteria for CO_2 Emissions”.[103] Der gesamte Prozess der Zuteilung von freien Emissionszertifikaten ist bei der DEHSt sehr umfangreich erläutert.[104].

[102] Vgl. Layer (FfE) et al. 1999: 15ff.

[103] Vgl. Maarten Neelis (Ecofys) et al. 2009: 1ff.

[104] Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011a: o.S.

Energy Master plus

Es steht ein Benutzerhandbuch zur Verfügung, das die Systematik des Benchmarking im Energy Master erläutert. Das Programm generiert einen Diagnose-Bericht für den Anwender. Es erfolgt keine Dokumentation z. B. der Probleme, die beim Benchmarking aufgetreten sind.

4.10.3 Ergänzende Empfehlungen

Die Dokumentation des Benchmarking ist ein sehr wichtiger Bestandteil eines Benchmarking-Vorhabens. Alle Karten müssen auf den Tisch. Nur wenn eine transparente Berichterstattung vorliegt, die gerade auch auf die Schwachstellen des Benchmarking eingeht, können Ergebnisse angemessen interpretiert und Lerneffekte für weitere Benchmarking-Vorhaben erzielt werden. Die Berichterstattung wird in der Budgetplanung oft vernachlässigt, die benötigten Mittel müssen von Vornherein eingeplant werden.

Alle erhobenen Daten und deren Auswertung unterliegen der Vertraulichkeit und sind zunächst nur für die Gruppe der Benchmarking-Beteiligten bestimmt. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse wird daher, auch nach der Anonymisierung, nicht immer vorgenommen werden können. Die Frage nach der Veröffentlichung sollte im Konsens mit allen Beteiligten bereits zu Beginn des Benchmarking geklärt werden.

Die Berichterstattung muss nicht notwendigerweise in Papierform erfolgen, gerade bei einem offenen, onlinebasierten Benchmarking wäre das wenig praktikabel. Es wird empfohlen, den Benchmarking-Bericht als Download verfügbar zu machen. Zusätzlich sollte bereits auf den Eingabeformularen und bei der Auswertung auf mögliche Unschärfen und Schwachstellen hingewiesen werden.

5 Implikationen von Energieeffizienz-Benchmarking für Energiemanagementsysteme

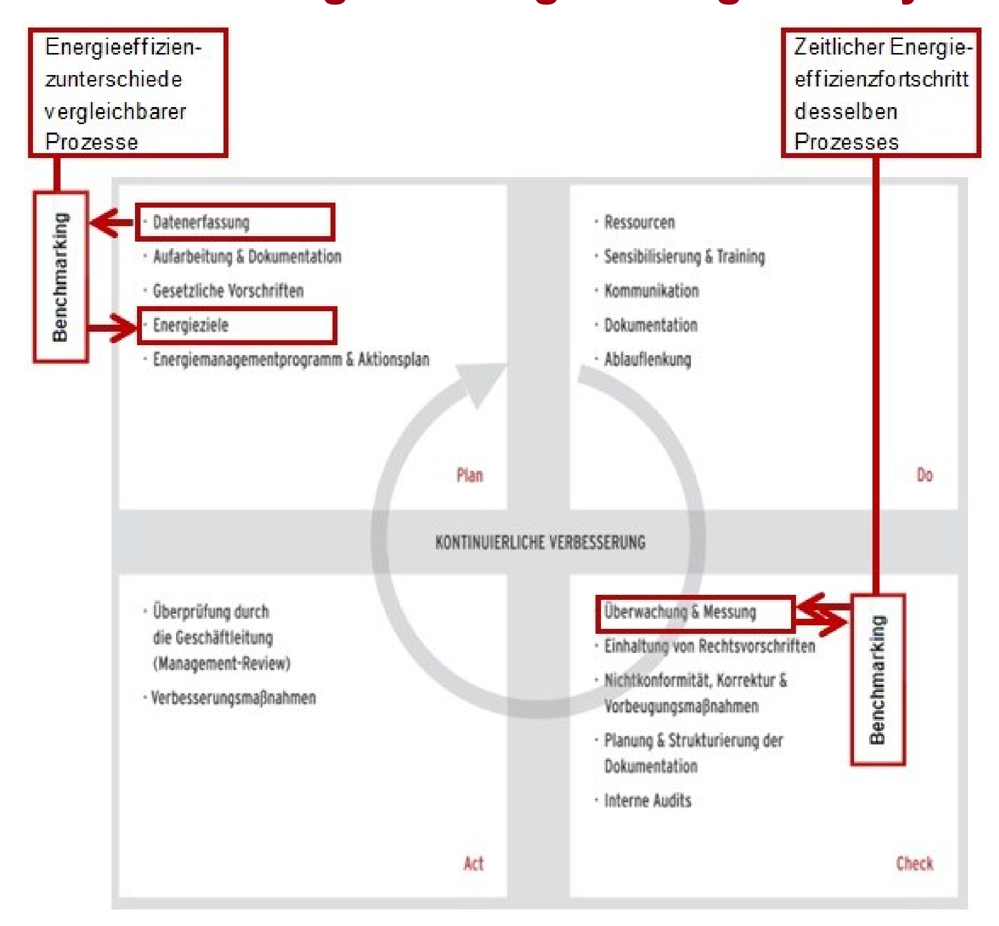


Abb. 11: Benchmarking als Instrument im betrieblichen Energiemanagementsystem

Quelle: eigene Abbildung (adelphi) auf Basis von adelphi 2012a: 20

Zwischen betrieblichem Energiemanagement und Energieeffizienz-Benchmarking gibt es zahlreiche Anknüpfungspunkte. Die Prinzipien der EN 16231 können als fester Bestandteil im Energiemanagement eingebettet werden. Es wird zu diesem Zweck auch in der Energiemanagementsystemnorm ISO 50001 als Instrument aufgeführt.[105]

Energiemanagementsysteme folgen, wie alle anderen betrieblichen Managementsysteme, dem kontinuierlichen Kreislauf aus Planen (Plan), Umsetzen (Do), Überprüfen (Check) und Verbessern (Act). Energieeffizienz-Benchmarking kann als Instrument zur Planung der Energieziele und zur Überprüfung des Energieeffizienzfortschritts eingesetzt werden

[105] Vgl. DIN ISO 50001:2011: 23

5.1 Realistische Planung der Energieziele

Im Bereich der Planung des Energiemanagementsystems nimmt die Entwicklung von Energiezielen einen fundamentalen Platz ein. Energieziele sollen realistisch und demzufolge an den tatsächlich vorhandenen Potentialen zur Energieeffizienzsteigerung ausgerichtet sein. Der Formulierung von Energiezielen muss eine umfassende Bewertung der energetischen Ausgangssituation vorausgehen. Energieeffizienz-Benchmarking kann Hinweise auf Einsparpotentiale bzgl. einzelner Prozesse bis hin zum gesamten Produktionsprozess liefern. Dafür ist die Bezugnahme auf vergleichbare Prozesse innerhalb derselben Organisation oder anderer Organisation notwendig.[106]

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) verfügen intern in der Regel nicht über vergleichbare Anlagen. Daher sind sie auf externes Benchmarking angewiesen, also auf den Vergleich ihrer Prozesse mit denen in anderen Organisationen. Soll Energieeffizienz-Benchmarking als Grundlage zur Definition von Energiezielen genutzt werden, wird das betriebliche Energiemanagement in diesem Aspekt zu einer organisationsübergreifenden Aufgabe. Da der Koordinator Einblick in Informationen zu Energiekennzahlen benötigt und diese anonymisiert an die Benchmarking-Beteiligten weitergibt, ist Vertrauen zum Koordinator und zwischen den Betrieben unabdingbar. Ein vielversprechender Ansatz ist daher die Implementierung von Energieeffizienz-Benchmarking in bestehende, organisationsübergreifende Netzwerke, die sich die Steigerung ihrer Energieeffizienz zum kollektiven Ziel gesetzt haben. Vertrauen untereinander und zum Koordinator ist dort bereits vorhanden.

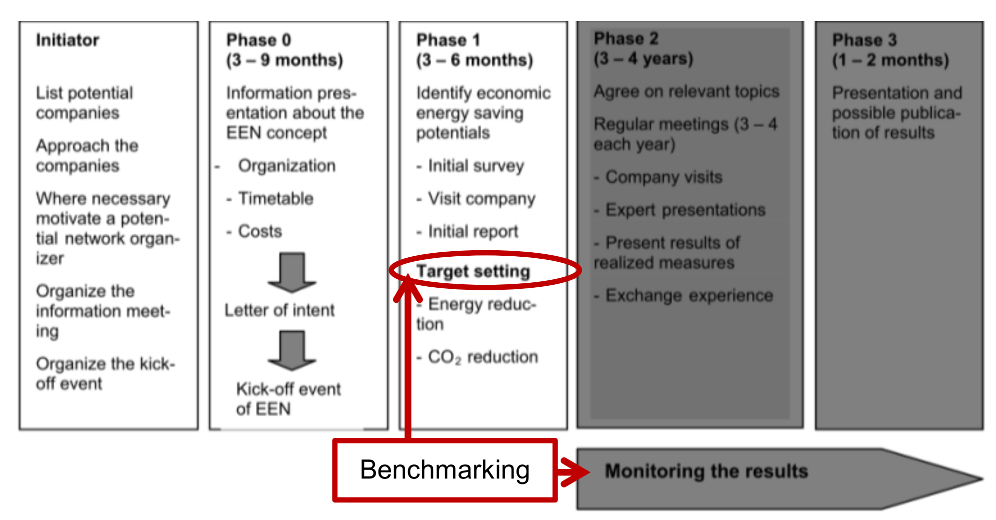


Abb. 12: Einordnung von Benchmarking in den Netzwerkzyklus im LEEN-System

Quelle: Eigene Abbildung (adelphi) auf Basis LEEN o.J.: 2

Diese Strukturen sind z. B. in Form der Lernenden Energieeffizienz-Netzwerke (LEEN) vorhanden. Da es sich bei LEEN um einen organisations- und branchenübergreifenden Energiemanagementansatz handelt, liegt ein Vergleich vor allem bei den Prozessen in den Querschnittstechnologien nahe. Die Anlagentechnik in LEEN-Unternehmen wird durch Energieexperten vor Ort untersucht, daher sind eine hochwertige Datenqualität und eine zutreffende Definition der Benchmarking-Grenzen innerhalb dieser Unternehmen gewährleistet.

[106] Vgl. DIN EN 16231:2012: 21

5.2 Aussagekräftige Bewertung des Energieeffizienzfortschritts

Die Prinzipien des Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231 bieten sich zur Bewertung der Energieeffizienzsteigerung im Zuge des Monitoring an. In diesem Fall werden die energierelevanten Daten eines Prozesses entlang der Zeitachse verglichen. Kontinuierliches Monitoring und ein Vergleich mit der Baseline (Ausgangssituation im definierten Vergleichsjahr) sind bereits fester Bestandteil von Energiemanagementsystemen nach ISO 50001, jedoch geht die Energiemanagementsystemnorm dabei kaum auf die Frage der Vergleichbarkeit ein. Ein Monitoring ausschließlich anhand des spezifischen Energieverbrauchs ist daher weit verbreitet. Dabei wird eine lineare Abhängigkeit des Energieeinsatzes zur Produktionsmenge unterstellt. In der Praxis wirken zahlreiche weitere Einflüsse auf den Energieeinsatz ein (veränderte Witterungsbedingungen, geänderte Produktionstiefe etc.). Eine Nichtbeachtung dieser Einflüsse kann zu Trugschlüssen führen.

Der Energie Performance Indicator muss in einigen Fällen erst mit Korrekturfaktoren bereinigt werden, damit er bei (nachvollziehbaren) Abweichungen in Randbedingungen, Eingabe- und Ausgabeeinheiten aussagekräftige Ergebnisse zur Energieeffizienz eines Prozesses liefern kann. Wenn neben der ISO 50001 die Prinzipien der EN 16231 berücksichtigt werden, verbessert sich die Aussagekraft des Monitoring im Rahmen eines Energiemanagementsystems erheblich.

Hinsichtlich des Monitoring in Energiemanagementsystemen kann auch das International Performance Measurement and Verification Protokol (IPMVP) angewendet werden um diese Aspekte zu berücksichtigen. Das IPMVP bietet einen einheitlichen Standard zur Messung und Verifizierungen von Energieeinsparungen. Es wird vor allem für M&V-Pläne z.B. im Zuge des Einspar-Contractings angewendet. Das IPMVP stellt eine Methode für die Quantifizierung der Einsparziele und dem Nachweis der Zielerreichung dar. Da die Definition von Einsparzielen und die Überprüfung der Zielerreichung auch zu den Kernaufgaben in einem Energiemanagementsystem gemäß ISO 50001 gehören, lässt sich das IPMVP auch in diesem Kontext anwenden. Es berücksichtigt dabei sich ändernde Eingabe- und Ausgabeeinheiten und sich verändernde Rahmenbedingungen.

6 Methodische Grundlagen für Energieeffizienz-Benchmarking auf Ebene der Anlagentechnik

Während in den vorangegangenen Kapiteln das allgemeine Vorgehen beim Energieeffizienz-Benchmarking nach EN 16231 beschrieben wurde, sollen nun anhand von Beispielen die Möglichkeiten zur Entwicklung onlinebasierter Benchmarkingsysteme für einzelne Prozesse in Anlagentechniken geklärt und typische Herausforderungen und Schwierigkeiten aufgezeigt werden. Die Benchmarking-Systeme sollten so aufgebaut werden, dass die Dateneingaben von den Nutzern selbst vorgenommen werden können. Dies hat entscheidende Auswirkungen auf die Wahl der Benchmarking-Grenzen und des Energy Performance Indicators, da nur Daten erfasst und verarbeitet werden können, die für die Nutzer zugänglich sind.

Die Benchmarks sollten nicht im Benchmarking selbst ermittelt, sondern auf Basis der besten verfügbaren Technik nach Ökodesign berechnet werden. Im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie werden energierelevante Produkte (EuP) auf ihre Energieeffizienz untersucht, die besten verfügbaren Technologien (BAT) ermittelt und daraus verschiedene Energieeffizienzklassen abgeleitet. Ein Resultat der Ökodesign-Richtlinie sind die bekannten Energieeffizienz-Labels auf Kühlschränken, Waschmaschinen etc. Die Energieeffizienzklassen unter der Ökodesign-Richtlinie sind europaweit und sowohl von Politik als auch der Industrie akzeptiert. Der Entwicklung gehen jeweils umfangreiche empirische Untersuchungen voraus.

	Einbezogene Prozesse			
Prozesskälteerzeugung/-bewahrung	Kühlung in Kühlschränken	Kühlung in Gefrierschränken	Kühlung in Gefriertruhen	Kühlung in Kühlräumen
Beleuchtung	Erzeugung von Kunstlicht			Ansteuerung in Vorschaltgeräten
Raumwärmeerzeugung/-bewahrung	Raumwärmebewahrung im Gebäude	Raumwärmeerzeugung (Brenner-Kessel Systeme, inkl. Unterstützung regen. Energien)		
Wärmeverteilung (Heizkreislauf)	Heizwasserverteilung in Rohrleitungen	Bereitstellung hydraulischer Energie durch Heizungspumpen inkl. elektr. Antriebe		

Tab. 2: Untersuchungsbereichen für die Entwicklung exemplarischer Benchmarks in Prozessen

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

Mit Blick auf den Stand der Umsetzung von Öko-Design werden Prozesse in den Anlagentechniken Prozesskälte, Beleuchtung, Raumwärme und Wärmeverteilung betrachtet. Die Prüfbedingungen bei der Bestimmung der Energieeffizienzklassen bei Ökodesign können sich von der betrieblichen Praxis deutlich unterscheiden.

Da eine Vergleichbarkeit der Benchmarking-Grenzen nicht gesichert ist, sollten die hier entwickelten Benchmarks nicht als Referenzwerte verwendet werden. Die Berechnungen dienen der Veranschaulichung der grundsätzlichen Vorgehensweise, der Komplexität und Herausforderungen beim Energieeffizienz-Benchmarking. Unter der Überschrift „Transparente Berichterstattung" (Kapitel 4.1.10, 4.2.10, 4.3.10, 4.4.10) sind wesentliche Unschärfen und Herausforderungen jeweils aufgeführt. Am Ende des Kapitels wird ein Zwischenfazit gezogen.

6.1 Prozesskälteerzeugung und -bewahrung

Vorbemerkung: Das hier entwickelte Benchmarking-System ist in seiner Aussagekraft vor allem dadurch begrenzt, dass der EPI nicht unmittelbar das Verhältnis zwischen Energieeinsatz und erzeugtem Nutzen (hier: Kühlung einer bestimmten Menge Lebensmittel) im Sinne der EN 16231 beschreibt, sondern als Bezugsgröße das Füllvolumen des Kühlgeräts heranzieht. Das Benchmarking ist daher nicht für den Praxiseinsatz geeignet. Informationen zu den einzelnen Unschärfen sind in Kapitel 4.1.10 beschrieben

6.1.1 Zielsetzung

Die Entwicklung des exemplarischen Benchmarkings soll Herausforderungen beim online-basierten Benchmarking im Bereich der Prozesskälte in Kühlmöbeln aufzeigen. Als Benchmark soll die beste verfügbare Technologie nach Ökodesign herangezogen werden. Gegenstand der Betrachtung sind Kühlprozesse in Kühlschränken, Gefrierschränken. Gefriertruhen und begehbaren Kühlräumen innerhalb von Gebäuden. Das Benchmarking soll Anhaltspunkte liefern, wie effizient diese Geräte die zugeführte Endenergie elektrischer Strom in die Nutzenergie Kälte umwandeln und wie gut sie die Kälte bewahren. Die Benchmarking-Methode soll im Rahmen eines webbasierten Systems umsetzbar sein. Ferner soll die Vorgehensweise beim Kühlmöbel-Benchmarking des VDMA im Zuge der Untersuchungen betrachtet werden.

Das entwickelte System soll darauf angelegt sein, dass alle Nutzer möglichst direkt nach der Eingabe eine erste Auswertung erhalten. Die Datenerfassung soll durch die Nutzer selbst und möglichst einfach. Wenn die Teilnehmer des Benchmarking nicht über getrennte Stromzähler für ihre Kühlmöbel verfügen, kann die Messung über kostengünstige Zwischenstecker für die Steckdose erfolgen. Die Nutzer sollten dazu aufgefordert werden, möglichst genaue Daten einzugeben und nicht zu runden.

Da die Verantwortung für die korrekte Dateneingabe bei den Nutzern des Benchmarking liegt, kann die Datenqualität allenfalls anhand einer Plausibilitätsprüfung aus der Ferne beurteilt werden. Die Fehlerfreiheit der Eingabedaten kann dadurch nicht garantiert werden.

6.1.2 Benchmarking-Zielgruppe

Der Zugang soll für Internetnutzer möglich sein, die gewerbliche Kühlschränke, Gefrierschränke, Kühltruhen oder begehbare Kühlräume betreiben. Zur Teilnahme am Benchmarking muss Messtechnik zur getrennten Erfassung des Energieverbrauchs der Kühlmöbel vorhanden sein. Da die Benchmark nicht als beste 10 % der ermittelten Werte angegeben wird, sondern aus der besten verfügbaren Technik berechnet wird, ist die Teilnahme der Besten von untergeordneter Bedeutung.

6.1.3 Definition der Benchmarking-Grenze

Kühlmöbel werden als Gesamtsystem (inkl. der energierelevanten Einzelkomponenten Elektromotor, Verdichter, Wärmedämmung der Türen etc.) im Rahmen der Entwicklungen von Ökodesign erfasst und bewertet. Die Entwicklung eines Benchmarking im Bereich der Kühlmöbel stellt daher auf den ersten Blick einen relativ einfachen Fall für Benchmarking dar, weil die Benchmarking-Grenzen eng um die Untersuchungsbereiche von Kühlmöbeln bei Ökodesign gespannt werden können.

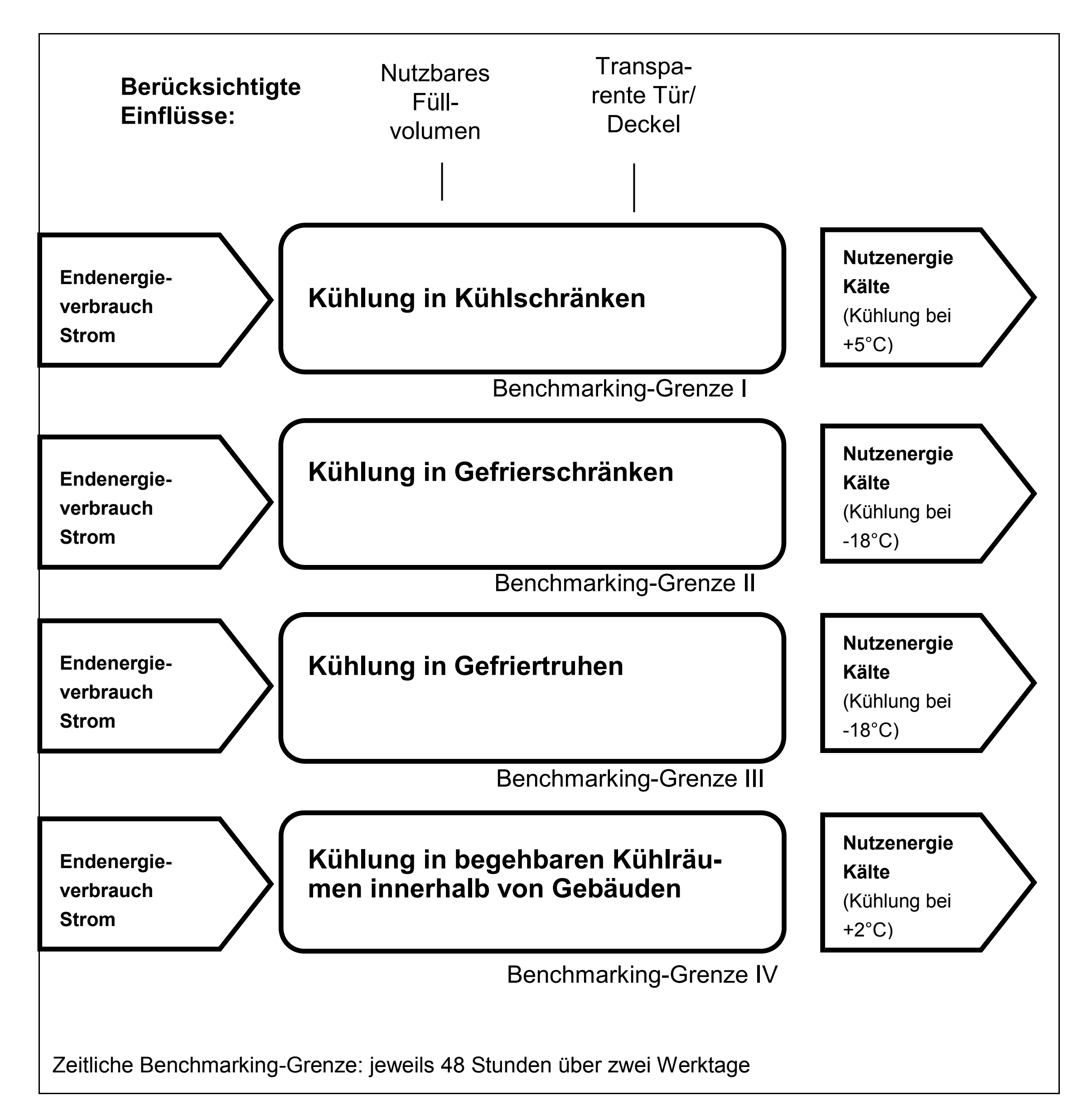


Abb. 13: Vereinfachte Darstellung der Benchmarking-Grenzen I, II, III und IV

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Kühlmöbel sollen nur innerhalb ihrer eigenen Gerätekategorie verglichen werden. Daher sind unterschiedliche Benchmarking-Grenzen für Kühlprozesse je nach Kühlmöbel-Art zu unterscheiden. Die grundsätzlichen Zusammenhänge sind aber bei allen betrachteten Grenzen identisch: Kühlmöbel verbrauchen Endenergie, um die befüllte Menge Lebensmittel auf ein gefordertes Temperaturniveau zu kühlen, und auf dem geforderten Temperaturniveau zu halten.

6.1.4 Grundüberlegungen zum Energy Performance Indicator

Gemäß der EN 16231 sollte der spezifische Energieverbrauch den erzeugten Ausgabeeinheiten, den gekühlten Lebensmitteln, gegenübergestellt werden. Diese Daten sind im Rahmen eines onlinebasierten Benchmarking vom Nutzer nicht zu erfassen, denn dafür müsste er die Häufigkeit der Befüllung protokollieren sowie die spezifische Wärmekapazität und die Masse der Lebensmittel kennen. Ferner bezieht sich die Systemgrenze von Öko-Design auf das nutzbare Füllvolumen (Norm-Befüllung zugrunde gelegt). Demnach muss im Energy Performance Indicator das nutzbare Füllvolumen (= Produkt aus Ladehöhe und innere Grundfläche des Kühlgeräts) als Bezugsgröße gewählt werden, obwohl sie nicht den tatsächlichen Nutzen des Kühlprozesses ausdrückt.

$$\textbf{EPI für die Benchmarking} - \textbf{Grenzen I, II, III und IV:}$$

$$= \frac{\text{Endenergiebedarf elektrischer Strom über Messdauer von 48 Stunden } [\frac{\text{kWh}}{48h}]}{\text{Ladehöhe [m]} * \text{Ladebreite [m]} * \text{Ladetiefe [m]}}$$

6.1.5 Integration von Korrekturen in den EPI

Ökodesign gibt einen Korrekturfaktor für Kühl/Gefrierschränke und -Truhen mit transparenten Türen/Deckeln vor. Der bereinigte EPI Kühlung in Kühlmöbeln berücksichtigt transparente Türen und Deckel, indem der Endenergieverbrauch bei diesen Geräten durch 1,1 dividiert wird.[107]

$$\textbf{korrigierter EPI für die Benchmarking} - \textbf{Grenzen I, II, III}$$

$$= \frac{\text{Endenergiebedarf elektrischer Strom über Messdauer von 48 Stunden } \left[\frac{\text{kWh}}{48h}\right]}{\text{Ladehöhe [m]} * \text{Ladebreite [m]} * \text{Ladetiefe [m]} * \text{Korrekturfaktor Türen und Deckel}}$$

Kühl-, Gefrierschränke und Gefriertruhen mit transparenter Tür bzw. Deckel:	Korrekturfaktor Türen/Deckel = 1,1
Alle anderen hier untersuchten Kühlmöbel:	Korrekturfaktor Türen/Deckel = 1

Die Testbedingungen, die der Ökodesign-Einstufung zugrunde liegen, richten sich nach EN 411. Dort sind ein Standard-Türöffnungs-Protokoll, eine Standardbefüllung und die Umgebungstemperatur für die Messungen beschrieben.[108] Die Unterschiede zwischen den Messbedingungen bei Ökodesign und der Anwendung eines Kühlmöbels in der Praxis führen zu Unschärfen im Benchmarking. Für ein erstes versuchsweises Benchmarking ist es daher besonders wichtig, diese auf die unterschiedlichen Rahmenbedingungen und die Unschärfen hinzuweisen, damit die Nutzer ihre Ergebnisse entsprechend interpretieren können.

[107] Vgl. Europäische Kommission 2011: 3

[108] Vgl. Europäische Kommission 2011: 4

6.1.6 Sicherstellung der Vertraulichkeit

Damit der Koordinator die Möglichkeit hat, die Benchmarking-Beteiligten zu kontaktieren, sollten diese bei der Dateneingabe eine E-Mail Adresse hinterlegen. Ferner soll die Hinterlegung von Kontaktinformationen verhindern, dass Doppeleingaben vorgenommen werden. Nur der Koordinator soll die Datenpunkte den konkreten Adressen zuordnen können. Nichtsdestotrotz müssen die Kontaktdaten grundsätzlich online hinterlegt sein. Um das System vor online-Attacken zu schützen, sollten die gängigen Sicherheitsstandards eingehalten werden, die für Datenbanksysteme gelten. Es wird empfohlen, sich an den Sicherheitsstandards des BESS-Projekts zu orientieren. Bei der Auswertung der Ergebnisse sollten alle Datenpunkte anonymisiert werden. Informative Kommentare wie die Branchenzugehörigkeit für jeden Datenpunkt könnten den Nutzern die Interpretation ihrer Ergebnisse erleichtern.

6.1.7 Eindeutige und verständliche Datenabfrage im Fragebogen

Die Datenabfrage sollte sich auf diejenigen Daten, die wirklich benötigt werden, beschränken. Diese sind im Einzelnen für die Benchmarking-Grenzen I, II, III und IV:

- E-Mail Adresse (für Rückfragen)
- Branche (informativ)
- Bezugszeitraum 48 Stunden (Datumsangaben und Uhrzeiten – von/bis; informativ)
- Art des Kühlgerätes (nach Benchmarking-Grenzen I,II,III,IV; Drop Down)
- Transparente Tür (ja/nein)
- Ladehöhe, Ladebreite und Ladetiefe (zur Ermittlung des nutzbaren Füllvolumens)
- Endenergieverbrauch an elektrischem Strom für das Kühlmöbel

Es sollte ein Hinweis gegeben werden, dass die zeitliche Benchmarking-Grenze eingehalten werden muss und die Messung sich nur über Werktage erstrecken soll.

6.1.8 Prüfung der Eingabedaten auf Plausibilität und Verlässlichkeit

Die Plausibilitätsprüfung der Eingabedaten kann weitgehend automatisiert erfolgen. Dazu sollten im System obere und untere Grenzwerte für die EPIs festgelegt werden. Liegt ein EPI nicht innerhalb der Bandbreite zwischen den festgelegten Grenzwerten, sollte der Koordinator Kontakt mit dem Nutzer aufnehmen und um Korrektur der Eingabe bitten. Reagiert der Nutzer nicht, sollte der Datenpunkt gelöscht werden.

6.1.9 Aussagekräftige Auswertung und Berechnung der Benchmark

Die Auswertung der Ergebnisse sollte anhand einer Benchmarking-Kurve erfolgen, die das Verhältnis zwischen jeweiliger Ist-Situation und der Benchmark aufzeigt. Die so ermittelten Datenpunkte sollten aufsteigend oder absteigend angeordnet werden. Über eine Filterfunktion sollten auch branchen- bzw. zoneninterne Vergleiche ermöglicht werden.

In Ökodesign ist der Energieeffizienzindex (EEI) für Kühl-/Gefrierschränke und –truhen als Endenergiebedarf pro 48 Stunden und Kühlvolumen definiert.[109] Informationen zum Endenergiebedarf der besten verfügbaren Kühlräume sind bezogen pro Jahr und Kühlvolumen

[109] Vgl. Europäische Kommission 2011: 8

verfügbar.[110] Für eine einheitliche Messdauer wird der Energiebedarf bzgl. Kühlräume durch 182,5 geteilt. Die resultierende Benchmark für den Kühlraum stellt daher im Gegensatz zu den anderen Geräten ein Jahresmittel für 48 Stunden dar.

Benchmark für EPI Kühlung (+5°C) in Kühlschränke

bis 600 Liter Füllvolumen

$$= \frac{7 * \frac{\text{kWh}}{48h}}{\text{Ladehöhe [m]} * \text{Ladebreite [m]} * \text{Ladetiefe [m]}}$$

ab 600 Liter Füllvolumen

$$= \frac{6 * \left[\frac{\text{kWh}}{48h}\right]}{\text{Ladehöhe [m]} * \text{Ladebreite [m]} * \text{Ladetiefe [m]}}$$

Benchmark für EPI Kühlung (-18°C) in Gefrierschränke

bis 600 Liter Füllvolumen

$$= \frac{24 * \frac{\text{kWh}}{48h}}{\text{Ladehöhe [m]} * \text{Ladebreite [m]} * \text{Ladetiefe [m]}}$$

ab 600 Liter Füllvolumen

$$= \frac{21 * \frac{\text{kWh}}{48h}}{\text{Ladehöhe [m]} * \text{Ladebreite [m]} * \text{Ladetiefe [m]}}$$

Benchmark für EPI Kühlung (-18°C) in Gefriertruhen

$$= \frac{20 \frac{\text{kWh}}{48h}}{\text{Ladehöhe [m]} * \text{Ladebreite [m]} * \text{Ladetiefe [m]}}$$

Benchmark für EPI Kühlung (+2°C) in begehbaren Kühlräumen in Gebäuden

$$= \frac{1{,}5 \frac{\text{kWh}}{48h}}{\text{Ladehöhe [m]} * \text{Ladebreite [m]} * \text{Ladetiefe [m]}}$$

Für ein erstes Benchmarking sollte klar die Unschärfe kommuniziert werden, dass sich die Benchmark auf die Messbedingungen der EN 441 bezieht. Dabei wird u.a. die Klimaklasse 4 zugrunde gelegt (Umgebungstemperatur 30°C, 55 % Luftfeuchtigkeit)[111], die mit den Bedingungen in der Praxis in Deutschland nicht einhergeht Es sollte geprüft werden, wie diese Abweichungen ausgeblendet werden können (z. B. über Kühlgradtage).

[110] Vgl. Mudgal et al. 2011: 45

[111] Vgl. Europäische Kommission 2011: 8

6.1.10 Transparente Berichterstattung

Die Berichterstattung sollte insbesondere alle Schwachstellen und Unschärfen des Benchmarking aufgreifen und genau beschreiben, wie die Benchmarks berechnet wurden. Verweise zu Ökodesign sind anzugeben, sowie alle zugrunde liegenden Rechenwege.

Einige Unschärfen im Benchmarking:

- Das nutzbare Füllvolumen spiegelt nicht die tatsächliche Befüllung wider. Bei der Wahl der nutzbaren Füllvolumens sind z. B. gering befüllte Kühlmöbel im Vorteil. Bei den Einstufungen in Ökodesign ist die Befüllung mit einheitlichen Materialen vorgegeben, daher ist dort der Bezug auf das Füllvolumen unproblematisch. Beim Benchmarking in der Praxis wäre die korrekte Bezugsgröße die gekühlten Stoffe unter Berücksichtigung der Wärmekapazität, der Masse, der Anfangstemperatur und der Häufigkeit.

- Die Messung der Energieeffizienz erfolgt bei Ökodesign bzgl. Kühlmöbeln nach den Anforderungen der EN 441. Ökodesign legt für die Messmethode von Kühlmöbeln ein Standardprofil für Türöffnungszeiten fest. Die Bedingungen der Norm unterscheiden sich von der Praxis.

- Ferner definiert Ökodesign die Umgebungstemperatur, bei der gemessen werden soll, mit 30°C – ein eher wenig realistischer Wert für die Temperaturen in Deutschland.

- Ökodesign legt bei der Festlegung der Energieeffizienzklassen unterhalb/oberhalb eines Schwellenwertes von 600 Litern Füllvolumen bzgl. Kühl- und Gefrierschränke unterschiedliche Berechnungen zugrunde. Diese sprunghafte Änderung ist eine Vereinfachung und wird in der Praxis so nicht auftreten

Das Benchmarking nutzt, mangels messbarer Daten, zu den tatsächlich gekühlten Stoffen das verfügbare Füllvolumen als Bezugsgröße. Ferner unterscheiden sich die Messbedingungen bei Ökodesign von der Praxis. Für ein aussagekräftigeres Benchmarking werden Daten benötigt, die beim heutigen Stand der Technik nicht vom Nutzer erfasst werden können. Da diese Daten nicht verfügbar sind, muss das Benchmarking auf Alternativen ausweichen und an verschiedenen Stellen Unschärfen akzeptieren. Es wird davon ausgegangen, dass das hier konzipierte Benchmarking keine belastbaren Ergebnisse liefern kann.

6.1.11 Gegenüberstellung mit dem VDMA Effizienz Quick Check

Im Folgenden werden auf Basis ausgewählter Benchmarking-Aspekte das Kühlmöbel-Benchmarking des VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. dem hier entwickelten Benchmarking gegenübergestellt und Schlussfolgerungen gezogen. Die Benchmarking-Grenzen unterscheiden nach Kühl- und Gefriergeräten sowie Kühlräumen. Es ergeben sich Unterschiede in Bezug auf die Wahl des EPI, auf Vorgehensweise und Umfang von Korrekturen sowie bei der Auswertung.

Festlegung des Energy Performance Indicators

Als Bezugsgröße werden im VDMA Effizienz Quick Check die Anzahl der Quadratmeter Displayfläche der Kühlmöbel herangezogen. Der VDMA argumentiert, dass die Displayfläche des Kühlmöbels vor allem Präsentationsfläche der Produkte und deshalb aus Sicht des Kaufmanns die genaueste Bezugsgröße für den Energieverbrauch ist.[112] Dem Energieverbrauch stehen demnach nicht primär Kühlung von Lebensmitteln als Nutzen gegenüber, sondern die marketingwirksame Präsentation der Produkte in den Kühlgeräten. Neben dem Energiebedarf pro m² Displayfläche können bei Angabe des Stromtarifs auch monetäre Kennzahlen ausgegeben werden. Die Wahl des EPI ist immer abhängig davon, worin der Nutzen einer Anlage wahrgenommen wird. Das hier entwickelte Benchmarking unterscheidet sich dahingehend von der Vorgehensweise des VDMA, als dass das gekühlte Volumen zugrunde gelegt wird. Als primäre Aufgabe von Kühlgeräten wird im Rahmen der eigenen Untersuchung die Kühlung von Lebensmitteln verstanden, nicht die marketingwirksame Präsentation. Die Energieeffizienz anhand der Displayfläche zu messen, würde die Füllmenge schlechter widergeben als das Füllvolumen. Kühlmöbel mit großer Displayfläche würden im Benchmarking bevorzugt, da sie ggf. weniger Volumen aufweisen als Geräte mit einer größeren Raumtiefe und geringerer Displayfläche. Zudem ist eine schmale, hohe Bauweise von Kühlgeräten aufgrund des ungünstigen A/V-Verhältnisses weniger energieeffizient als stärker kubische Bauweisen. Am genauesten wäre ein Bezug des EPI zur Masse und der spezifischen Wärmekapazität der Lebensmittel, die in einem Gerät gekühlt werden.

Ausblendung technologischer Unterschiede aus dem EPI

Im Benchmarking beim VDMA wird eine spezielle Betriebsweise zur Abwärmenutzung korrigiert. Zur Abwärmenutzung muss in einigen Fällen der Verflüssigungsdruck im Kühlgerät gesteigert werden, was zunächst zu einem erhöhten Energieverbrauch führt. Jedoch kann dadurch Heizenergie eingespart werden, so dass in der Summe die Energieeffizienz höher ist.

Klimatische Unterschiede werden über Kühlgradtage bereinigt. Diese Vorgehensweise eignet sich ggf. auch dazu, die bei Ökodesign zugrunde gelegte Umgebungstemperatur von 30°C entsprechend auf die typische Umgebungstemperatur in Kaufhäusern in Deutschland anzupassen.

Ferner werden im VDMA-Benchmarking die Öffnungszeiten der Geschäfte korrigiert. Für den Warenumschlag ist dort ebenfalls eine Korrektur gewünscht, diese kann aber aufgrund fehlender verifizierter Basisdaten noch nicht erfolgen. Im hier entwickelten Benchmarking wird dieser Aspekt ausgeblendet, indem der Energiebedarf der Kühlgeräte außerhalb der Geschäftszeiten betrachtet werden soll.

Um Kühlräume einbeziehen zu können, die keine Displayfläche aufweisen, wird im VDMA-Benchmarking ihre Lagerfläche in Displayflächenäquivalente umgerechnet. Im hier entwickelten Benchmarking besteht dazu kein Bedarf, da der EPI auf m³ bezogen ist.[113]

[112] Vgl. VDMA 2011: 5

[113] Vgl. VDMA 2011: 7ff.

Auswertung und Bestimmung der Benchmark

Abb. 14: Auswertung der Ergebnisse des VDMA Benchmarking

Quelle: VDMA 2012: o.S.

Beim Benchmarking-Vorhaben des VDMA wird in einem Diagramm der Abstand der betrachteten Kühlgeräte vom Durchschnitt aller aufgenommen Werte in Prozent dargestellt. Es wird keine Benchmark berechnet, dies ist auch im Sinne der Benchmarking-Norm EN 16231 nicht zwingend erforderlich. Es genügt, geeignete Rahmenbedingungen für einen Vergleich zu schaffen, aus dem dann ggf. eine Benchmark berechnet wird.

Im Rahmen der eigenen Untersuchung wurde in Anlehnung an Ökodesign – von der Theorie ausgehend – eine Benchmark berechnet, die sich mit der Benchmarking-Grenze allerdings nicht vollständig deckt (bei Ökodesign: Laborbedingungen, Zugrundelegung eines Türöffungsprofils etc.).

Schlussfolgerung der Gegenüberstellung

Mit Blick auf die EN 16231 und das Vorgehen beim VDMA ist es wichtig, eine passende Benchmarking-Grenze festzulegen. Der Hauptunterschied zwischen dem Vorgehen im hier ausgearbeiteten Benchmarking und dem Vorgehen beim VDMA ist die Wahl der Bezugsgröße. Diese soll nach Norm grundsätzlich die Ausgabeeinheit, also den Nutzen des Energieeinsatzes ausdrücken. Der Nutzen der Kühlgeräte wird beim VDMA vor allem in der Präsentation der Produkte gesehen. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Wahl der Displayfläche als Bezugseinheit naheliegend. Im hier ausgearbeiteten Benchmarking (und bei Ökodesign) ist der Nutzen des Energieeinsatzes die Kühlung von Lebensmitteln im nutzbaren Kühlvolumen. Das Benchmarking des VDMA zeigt, wie aussagekräftige Auswertung, auch ohne die Berechnung einer konkreten Benchmark, erfolgen kann. Gerade mit Blick auf die Abweichungen zwischen den Ökodesign-Testbedingungen und dem Anwendungsfall in der Praxis ist es für genaues Benchmarking ratsam, die Definition der Benchmarking-Grenzen nicht unter der Maxime einer möglichst guten Kompatibilität zu Ökodesign vorzunehmen. Im Falle der Kühlgeräte wäre es mit Blick auf die Ausblendung technologischer Unterschiede besser, die Geräte außerhalb der Betriebsöffnungszeiten zu betrachten. Die Häufigkeit und Dauer der Öff-

nung der Kühlgeräte würde dadurch ausgeblendet. Die Definition einer passenden Benchmarking-Grenze sollte Vorrang vor einer Kompatibilität zu Ökodesign und der Ausweisung einer darauf basierenden theoretischen Benchmark haben.

6.1.12 Einschätzungen zum Benchmarking

Das hier entwickelte Benchmarking zu Kühlmöbeln ist nur wenig aussagekräftig, da wesentliche Daten nicht erhoben werden können:

- Wärmekapazität, Masse, Anfangstemperatur und Verweildauer der Lebensmittel in den Kühlgeräten (dadurch Füllvolumen als "zweitbeste" Bezugsgröße)
- Häufigkeit der Türöffnungen
- Umgebungstemperatur um das Kühlgerät

Die benötigten Daten lassen sich auch mit am Markt verfügbaren Messtechniken nicht vollständig erfassen. Ein Benchmarking-System für Kühlmöbel ist mit einer Bezugsgröße, die im Sinne der EN 16231 den Hauptnutzen des Energieeinsatzes beschreibt, nicht möglich. Bei anderen Anwendungen der Prozesskälte, wo die Bezugsgröße ggf. besser messbar ist (z. B. mit Kältemengenzählern), kann ein Benchmarking System durchaus geeignet sein, um die Energieeffizienz zu bewerten. Eine Betrachtung von Klimageräten und weiteren Anwendungen von Prozesskälte war nicht Teil dieser Studie. Zur Machbarkeit von Benchmarkingsystemen in anderen Prozesskälteanwendungen wird keine Aussage getroffen.

6.2 Beleuchtung mit Kunstlicht

Vorbemerkung: Die hier dargelegte Benchmarking-Systematik folgt nicht der Systematik der EN 16231. Der EPI beschreibt nicht den spezifischen Energieverbrauch. Stattdessen wurden die installierte Leistung der Lampen und der benötigte Lichtstrom zugrunde gelegt. Das Benchmarking ist daher auf eine Aussage zur installierten Technik begrenzt und bietet keinerlei Rückschlüsse auf die Energieeffizienz der Nutzung der installierten Technik. Unschärfen sind in Kapitel 4.2.10 erläutert.

6.2.1 Zielsetzung

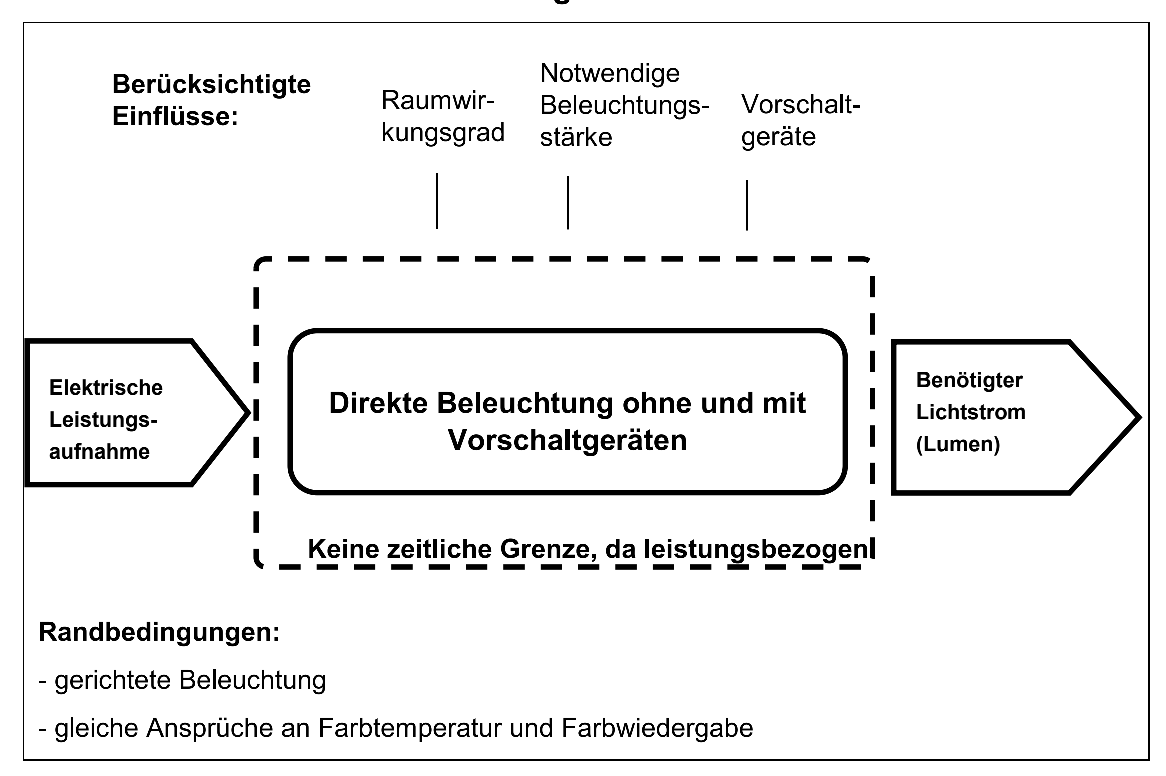
Die Entwicklung des exemplarischen Benchmarkings soll Herausforderungen beim onlinebasierten Benchmarking im Bereich der Beleuchtung aufzeigen. Als Benchmark soll die beste verfügbare Technologie nach Ökodesign herangezogen werden. Das Benchmarking soll den Benchmarking-Beteiligten erste Anhaltspunkte liefern, wie effizient sie ihre Betriebsstätten beleuchten. Die Energieeffizienz ist dabei von den eingesetzten Lampen und z. B. im Fall von Leuchtstoffröhren zusätzlich von den entsprechenden Vorschaltgeräten abhängig.

Die Nutzer des Benchmarking sollen bereits über möglichst einfache Eingaben aus gut verfügbaren Daten Rückschlüsse ziehen können. Das Benchmarking soll onlinebasiert erfolgen. Die Dateneingabe soll von den Nutzern selbst vorgenommen werden. Sie sollen möglichst direkt nach der Eingabe eine anschauliche Auswertung erhalten. Es sollte ein Koordinator benannt werden, der das Benchmarking zentral steuert und die Eingabedaten auf Plausibilität prüft. Da die Verantwortung für die korrekte Dateneingabe bei den Nutzern des Benchmarking liegt, kann die Datenqualität nur anhand einer Plausibilitätsprüfung beurteilt werden. Die Fehlerfreiheit der Eingabedaten kann dadurch nicht garantiert werden. Die Nutzer sollten dazu aufgefordert werden, möglichst genaue Daten einzugeben und nicht zu runden.

6.2.2 Benchmarking-Zielgruppe

Der Zugang soll ohne Einschränkung für Internetnutzer möglich sein, die über Kunstlichtbeleuchtung verfügen und für die Nutzungsprofile aus der DIN V 18599 übernommen werden können. Es werden keine Möglichkeiten zur Verfügung stehen, um herauszufinden, ob die Betreiber der effizientesten Beleuchtungssysteme am Benchmarking teilnehmen. Da die Benchmark aber nicht als beste 10 % der ermittelten Werte angegeben wird, sondern aus der besten verfügbaren Technik berechnet wird, ist die Teilnahme der Besten von untergeordneter Bedeutung.

6.2.3 Definition der Benchmarking-Grenze



Randbedingungen:

- gerichtete Beleuchtung
- gleiche Ansprüche an Farbtemperatur und Farbwiedergabe

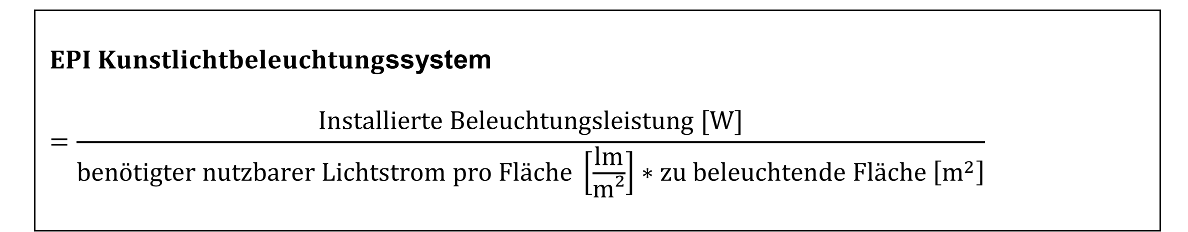
Abb. 15: Vereinfachte Darstellung der Benchmarking-Grenze V

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Für die Beurteilung des Beleuchtungssystems ist eine einheitliche Benchmarking-Grenze ausreichend. Vorschaltgeräte bzgl. Leuchtstoffröhren und die nach Gebäudenutzungsart variierende notwendige Beleuchtungsstärke werden in das Benchmarking rechnerisch einbezogen. Unterschiede der Beleuchtungsart (direkt, indirekt, Mischfall direkt/indirekt) sind Teil des Benchmarking und Energieeffizienzkriterium. Eine Korrektur soll diesbezüglich nicht erfolgen. Eine wesentliche weitere Einflussgröße auf den Energiebedarf für Beleuchtung ist die Nutzbarkeit von Tageslicht. Diese variiert aufgrund von Gebäudearchitektur, Ausrichtung und Lage sowie den Geschäftszeiten sehr stark. Im Falle eines Benchmarking, das den spezifischen Energieverbrauch betrachtet, müssten die Nutzbarkeit von Tageslicht und die durchschnittlichen Abwesenheitszeiten berücksichtigt werden.

6.2.4 Grundüberlegungen zum Energy Performance Indicator

Gemäß der EN 16231 sollte der spezifische Energieverbrauch als Messgröße festgelegt werden. Beim jetzigen Stand der Technik kann dies in einem onlinebasierten System nicht geleistet werden, da die Nutzer kaum die Möglichkeit haben, den Energiebedarf für die Beleuchtung getrennt zu erfassen. Im Gegensatz zu Kühlmöbeln besteht auch nicht die Möglichkeit, kostengünstige Strommessgeräte zwischenzuschalten. Die folgende Betrachtung weicht insofern von der Benchmarking-Norm ab, als dass die installierte Leistung und nicht der tatsächliche Energieverbrauch zugrunde gelegt wird.



EPI Kunstlichtbeleuchtungssystem

$$= \frac{\text{Installierte Beleuchtungsleistung [W]}}{\text{benötigter nutzbarer Lichtstrom pro Fläche } \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}\right] * \text{zu beleuchtende Fläche } [\text{m}^2]}$$

Der Energy Performance Indicator ergibt sich aus dem Verhältnis von installierter Anlagenleistung (Leistungsaufnahme der Lampe in Watt im Verhältnis zum Produkt aus benötigter Beleuchtungsstärke (lx=lm/m²) und der zu beleuchtenden Fläche.

6.2.5 Integration von Korrekturen in den EPI

Aus dem EPI Kunstlichtbeleuchtung müssen die Unterschiede der je nach Gebäudenutzungsart verschiedenen Beleuchtungsanforderungen sowie Vorschaltgeräte ausgeblendet werden. Zunächst wird aus dem vereinfachten Wirkungsgradverfahren nach DIN V 18599 der korrigierte, benötigte nutzbare Lichtstrom pro Fläche berechnet. Da sich die folgende Gleichung der DIN V 18599 auf den Bedarf an installierter Anlagenleistung in Watt bezieht, muss sie zunächst umgeformt werden. Schließlich soll der EPI das Verhältnis aus installierter Anlagenleistung und benötigtem nutzbarem Lichtstrom beurteilen.

Benötigte Leistung pro Fläche [W/m²]

$$= \frac{Wartungswert\ Beleuchtungsstärke \left[\frac{lm}{m^2}\right] * Korrekturfaktor\ Bereichs\ Sehaufgabe}{Wartungsfaktor * Raumwirkungsgrad * Systemlichtausbeute \left[\frac{lm}{W}\right] * \ Betriebswirkungsgrad}$$

Um den benötigten nutzbaren Lichtstrom (bei vollkommen gerichteter, direkter Beleuchtung) für die gesamte Gebäudezone nach Korrekturen in Lumen zu erhalten, müssen die Systemlichtausbeute und der Betriebswirkungsgrad gleich 1 gesetzt werden und die Fläche der Zone im Zähler als Faktor hinzugefügt werden. Wenn kein anderer Wert nachgewiesen wird, kann ein Wartungsfaktors von WF = 0,67 angesetzt werden.[114] Dieser wird als Konstante übernommen. Um den EPI zu erhalten, wird die obere Gleichung als Nenner übernommen.

[114] Vgl. DIN V 18599 Teil 4: 24

korrigierter EPI Beleuchtung [W/lm] vor Berücksichtigung von Vorschaltgeräten

$$= \frac{\text{Installierte Beleuchtungsleistung [W]}}{\left(\frac{Wartungswert\ Beleuchtungsstärke\ \left[\frac{lm}{m^2}\right] * Korrekturfaktor\ Bereich\ Sehaufgabe * Fläche\ [m^2]}{0{,}67 * Raumwirkungsgrad}\right)}$$

Der Wartungswert der Beleuchtungsstärke und der Faktor zur Korrektur des Bereichs der Sehaufgabe ergeben sich aus den Nutzungsrandbedingungen der Gebäudezonen nach DIN V 18599. Der Raumwirkungsgrad wurde in Abhängigkeit der Raumindizes zugeordnet.

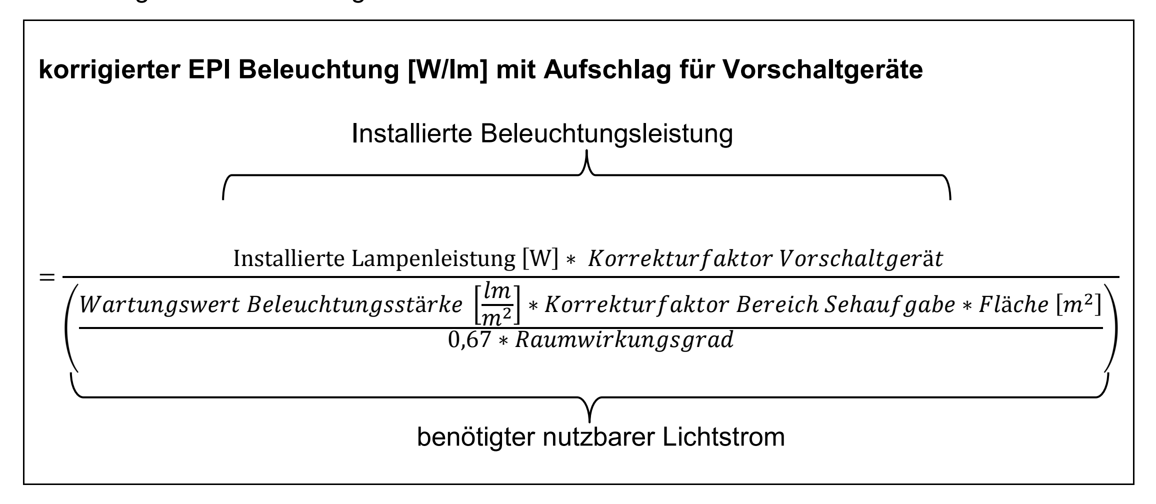
Nutzungsart der Gebäudezone	Beleuchtungsstärke [lm/m²]	Korrekturfaktor Bereich Sehaufgabe	Raumwirkungsgrad direkte Beleuchtung
Einzelbüro	500	0,84	0,650
Gruppenbüro	500	0,92	0,780
Großraumbüro	500	0,93	0,950
Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	500	0,93	0,780
Schalterhalle	200	0,87	0,840
Einzelhandel/Kaufhaus	300	0,93	0,950
Einzelhandel/ Kaufhaus (Lebensmittelabteilung mit Kühlprodukten)	300	0,93	0,950
Klassenzimmer(Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	300	0,97	0,900
Hörsaal, Auditorium	500	0,92	0,950
Bettenzimmer (Krankenhäuser, Pflegeheime)	300	1,00	0,840
Hotelzimmer	200	1,00	0,780
Kantine	200	0,97	0,950
Restaurant	200	1,00	0,950
Küche in Nichtwohngebäuden	300	0,96	0,840
Küche – Vorbereitung, Lager	300	1,00	0,840
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	200	1,00	0,610
Sonstige Aufenthaltsräume	300	0,93	0,780
Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	100	1,00	0,840
Verkehrsfläche	100	1,00	0,610
Lager	100	1,00	0,840
Rechenzentrum	500	0,96	0,840
Gewerbliche und industrielle Hallen – schwere Arbeit	300	0,85	0,950
Gewerbliche und industrielle Hallen – mittelschwere Arbeit	400	0,85	0,950
Gewerbliche und industrielle Hallen – leichte Arbeit	500	0,85	0,950
Zuschauerbereich	200	0,97	1,030
Theater – Foyer	300	1,00	1,030
Bühne	1000	0,90	0,950
Messe/Kongress	300	0,93	1,050
Ausstellungsräume und Museum	200	0,88	0,900
Bibliothek – Lesesaal	500	0,88	0,840
Bibliothek – Freihandbereich	200	1,00	0,840
Bibliothek – Magazin und Depot	100	1,00	0,840
Turnhalle	300	1,00	0,900
Parkhaus (Büro- und Privatnutzung)	75	1,00	0,900
Parkhaus (öffentliche Nutzung)	75	1,00	1,030
Saunabereich	200	1,00	0,690
Fitnessraum	300	1,00	0,900
Labor	500	0,92	0,780

Untersuchungs- und Behandlungsräume	500	1,00	0,762
Spezialpflegebereiche	300	1,00	0,762
Flure des allgemeinen Pflegebereichs	125	1,00	0,690
Arztpraxen und Therapeutische Praxen	500	1,00	0,762
Lagerhallen, Logistikhallen	150	1,00	0,940

Tab. 3: Richtwerte und Korrekturfaktoren Beleuchtung nach DIN 18599-4/-10

Quelle: Eigene Abb. (adelphi) auf Basis DIN V 18599 Teil 4: 26 und DIN V 18599 Teil 10: 33ff.

Ökodesign setzt einen pauschalen Aufschlag für die Verluste von externen Vorschaltgeräten an. Die Anwendung des Aufschlags wird im Folgenden in den EPI integriert, da er die Prozesskette Beleuchtung (Lampen und evtl. externes Vorschaltgerät) als Verhältnis der installierten Leistung zum benötigten Lichtstrom betrachten soll. Die installierte Beleuchtungsleistung setzt sich aus der installierten Lampenleistung und dem pauschalen Korrekturfaktor Vorschaltgerät aus Ökodesign zusammen.



Die Anwendung des Aufschlags muss den Benchmarking-Nutzern erläutert werden, damit der Unterschied zur abgelesenen Leistung an den Lampen für den Nutzer nachvollziehbar ist.

Art des Vorschaltgeräts	Korrekturfaktor für Aufschlag Vorschaltgeräte
Kein externes Vorschaltgerät	1
Lampen an ext. Halogen VG	1,06
Lampen an ext. LED VG	1,1
T5 oder 4pin an ext. Leuchtstofflampen VG	1,1
Andere Lampen an ext. Leuchtstofflampen VG	$\frac{0{,}24 * \sqrt{b.n.Lichtstrom} + 0{,}0103 * b.n.Lichtstrom}{0{,}15 * \sqrt{b.n.Lichtstrom} + 0{,}0097 * b.n.Lichtstrom}$
Lampen an ext. Hochdruck-Entladungslampen VG	1,1
Lampen an ext. Niederdruck-Sodium-Lampen VG	1,15

Tab. 4: Korrekturfaktoren für Vorschaltgeräte

Quelle: eigene Abbildung (adelphi) auf Basis Europäische Kommission 2010: 28

6.2.6 Sicherstellung der Vertraulichkeit

Damit der Koordinator die Möglichkeit hat, die Benchmarking-Beteiligten zu kontaktieren, sollten diese bei der Dateneingabe eine E-Mail Adresse hinterlegen. Ferner soll die Hinterlegung von Kontaktinformationen verhindern, dass Doppeleingaben vorgenommen werden. Nur der Koordinator soll die Datenpunkte den konkreten Adressen zuordnen können. Nichtsdestotrotz müssen die Kontaktdaten grundsätzlich online hinterlegt sein. Um das System vor online-Attacken zu schützen, sollten die gängigen Sicherheitsstandards eingehalten werden, die für Datenbanksysteme gelten. Es wird empfohlen, sich an den Sicherheitsstandards des BESS-Projekts zu orientieren. Bei der Auswertung der Ergebnisse sollten alle Datenpunkte anonymisiert werden.

6.2.7 Eindeutige und verständliche Datenabfrage im Fragebogen

Die Datenabfrage sollte sich auf die Daten beschränken, die wirklich benötigt werden. Diese sind im Einzelnen für die Benchmarking-Grenze V:

- E-Mail Adresse (für Rückfragen)
- Branche (informativ)
- Art der betrachteten Gebäudezone (Drop-Down Auswahlliste)
- Lampenleistung innerhalb der betrachteten Gebäudezone ohne Verlustleistung der Vorschaltgeräte (um das Ablesen zu vereinfachen)
- Beleuchtete Fläche der Gebäudezone
- Art der verwendeten Vorschaltgeräte (Drop-Down Auswahlliste)
- Art der verwendeten Lampendimension (Drop-Down Auswahlliste, ob der abgegebene Lichtstrom pro Lampe kleiner oder größer gleich 1300 Lumen ist. Der Wert wird für die Berechnung der Benchmark benötigt.)

6.2.8 Prüfung der Eingabedaten auf Plausibilität und Verlässlichkeit

Die Plausibilitätsprüfung der Eingabedaten kann weitgehend automatisiert erfolgen. Dazu sollten im System obere und untere Grenzwerte für die EPIs festgelegt werden. Liegt ein EPI nicht innerhalb der festgelegten Grenzwerte, sollte der Koordinator Kontakt mit dem Nutzer aufnehmen und um Korrektur der Eingabe bitten. Reagiert der Nutzer nicht, sollte der Datenpunkt gelöscht werden.

6.2.9 Aussagekräftige Auswertung und Berechnung der Benchmark

Die Auswertung der Ergebnisse sollte anhand einer Benchmarking-Kurve erfolgen, die das Verhältnis zwischen jeweiliger Ist-Situation und der Benchmark aufzeigt. Die so ermittelten Datenpunkte sollten aufsteigend oder absteigend angeordnet werden. In einem komplexeren Benchmarking könnten außerdem die Branche und die betrachtete Gebäudezone für jeden Datenpunkt informativ eingeblendet werden.

Die Berechnung der Benchmark erfolgt unter Verwendung der Werte für die beste verfügbare Technik, bei gerichteten Lampen, aus den aktuellsten Ökodesign Dokumenten.

Der Energieeffizienz-Index nach Ökodesign unterscheidet zwei Leistungsbereiche.

Für gerichtete Lampen mit einer Leuchtstärke bis 1300 Lumen gilt:

EEI = $\frac{Leuchtenleistung * Korrekturfaktor\ Vorschaltgerät}{0.88*\sqrt{nutzbarer\ Lichtstrom} + 0.049 * nutzbarer\ Lichtstrom}$ = 0,15 W/lm für A++

Für gerichtete Lampen mit einer Leuchtstärke ab 1300 Lumen gilt:

EEI = $\frac{Leuchtenleistung * Korrekturfaktor\ Vorschaltgerät}{0.07341 * nutzbarer\ Lichtstrom}$ = 0,15 W/lm für A++

Anmerkung: als nutzbaren Lichtstrom betrachtet Ökodesign den bei gerichteter Beleuchtung auf die zu beleuchtende Fläche auftreffenden Lichtstrom. Dieser entspricht dem nach DIN V 18599 definierten Wartungswert der Beleuchtungsstärke, der im Benchmarking um zonenbedingte Beleuchtungsanforderungen korrigiert wird.

Die Formeln werden nach der installierten Beleuchtungsleistung aufgelöst (im EPI definiert als Produkt aus Lampenleistung und Korrekturfaktor Vorschaltgerät). Da die beste Energieeffizienzklasse angewendet wird, handelt es sich um die installierte Beleuchtungsleistung bei Verwendung der besten verfügbaren Technik.[115]

Benchmark installierte Beleuchtungsleistung (inkl. Verlustleistung Vorschaltgerät)

für Beleuchtung mit Lampen mit einer Leuchtstärke bis 1300 Lumen

$$= 0{,}15\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{lm}} * \left(0{,}88\frac{lm}{\sqrt{lm}} * \sqrt{nutzbarer\ Lichtstrom\ [lm]} + 0{,}049\ \frac{\mathrm{lm}}{\mathrm{lm}} * \ nutzbarer\ Lichtstrom\ [lm]\right)$$

$$= \mathbf{0{,}132}\frac{\boldsymbol{W}}{\sqrt{\boldsymbol{lm}}} * \sqrt{\frac{\boldsymbol{Wartungswert\ Beleuchtungsstärke}\ \left[\frac{\boldsymbol{lm}}{\boldsymbol{m^2}}\right] * \boldsymbol{Korrekturfaktor\ Bereich\ Sehaufgabe} * \boldsymbol{Fläche}\ [\boldsymbol{m^2}]}{\mathbf{0{,}67} * \boldsymbol{Raumwirkungsgrad}}}$$

$$+\mathbf{0{,}00735}\frac{\boldsymbol{W}}{\boldsymbol{lm}} * \frac{\boldsymbol{Wartungswert\ Beleuchtungsstärke}\ \left[\frac{\boldsymbol{lm}}{\boldsymbol{m^2}}\right] * \boldsymbol{Korrekturfaktor\ Bereich\ Sehaufgabe} * \boldsymbol{Fläche}\ [\boldsymbol{m^2}]}{\mathbf{0{,}67} * \boldsymbol{Raumwirkungsgrad}}$$

für Beleuchtung mit Lampen mit einer Leuchtstärke ab 1300 Lumen

$$= 0{,}15\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{lm}} * (0{,}07341\ *\ nutzbarer\ Lichtstrom)$$

$$= \mathbf{0{,}0110115}\frac{\boldsymbol{W}}{\boldsymbol{lm}} * \frac{\textbf{Wartungswert Beleuchtungsstärke}\ \left[\frac{\mathbf{lm}}{\mathbf{m^2}}\right] * \textbf{Korrekturfaktor Bereich Sehaufgabe} * \textbf{Fläche}\ [\mathbf{m^2}]}{\mathbf{0{,}67} * \textbf{Raumwirkungsgrad}}$$

[115] Vgl. Europäische Kommission 2010: 26 ff.

Benchmark für EPI Beleuchtung (inkl. Verlustleistung Vorschaltgerät) [W/lm]

für Beleuchtung mit Lampen mit einer Leuchtstärke bis 1300 Lumen

$$= \frac{\left(\begin{array}{l} 0{,}132 \frac{W}{\sqrt{lm}} * \sqrt{\frac{Wartungswert\ Beleuchtungsstärke \left[\frac{lm}{m^2}\right] * Korrekturfaktor\ Bereich\ Sehaufgabe * Fläche\ [m^2]}{0{,}67 * Raumwirkungsgrad}} \\ +0{,}00735 \frac{W}{lm} * \frac{Wartungswert\ Beleuchtungsstärke \left[\frac{lm}{m^2}\right] * Korrekturfaktor\ Bereich\ Sehaufgabe * Fläche\ [m^2]}{0{,}67 * Raumwirkungsgrad} \end{array} \right)}{\left(\frac{Wartungswert\ Beleuchtungsstärke \left[\frac{lm}{m^2}\right] * Korrekturfaktor\ Bereich\ Sehaufgabe * Fläche\ [m^2]}{0{,}67 * Raumwirkungsgrad} \right)}$$

Benchmark für EPI Beleuchtung (inkl. Verlustleistung Vorschaltgerät) [W/lm]

für Beleuchtung mit Lampen mit einer Leuchtstärke ab 1300 Lumen

$$= \frac{\left(0{,}0110115 \frac{W}{lm} * \frac{Wartungswert\ Beleuchtungsstärke \left[\frac{lm}{m^2}\right] * Korrekturfaktor\ Bereich\ Sehaufgabe * Fläche\ [m^2]}{0{,}67 * Raumwirkungsgrad} \right)}{\left(\frac{Wartungswert\ Beleuchtungsstärke \left[\frac{lm}{m^2}\right] * Korrekturfaktor\ Bereich\ Sehaufgabe * Fläche\ [m^2]}{0{,}67 * Raumwirkungsgrad} \right)}$$

$$= \mathbf{0{,}0110115\ \frac{W}{lm}}$$

6.2.10 Transparente Berichterstattung

Die Berichterstattung sollte insbesondere alle Schwachstellen und Unschärfen des Benchmarking aufgreifen und genau beschreiben wie die Benchmarks berechnet wurden. Verweise zu Ökodesign sind anzugeben, sowie alle zugrunde liegenden Rechenwege.

Unschärfen im Benchmarking:

- Aufgrund der beschränken Möglichkeiten zur Datenerfassung (online-Benchmarking mit Nutzereingaben) kann das Benchmarking nicht anhand des spezifischen Energieverbrauchs vergleichen. Es fehlen Möglichkeiten, den Energieeinsatz und die Nutzenergie Licht abzufragen. Stattdessen wurden die installierte Leistung der Lampen und der benötigte Lichtstrom zugrunde gelegt. Das Benchmarking folgt somit nicht der EN 16231 und macht keine Aussage zum energieeffizienten Anwendungsfall.
- Möglichkeiten zur Tageslichtnutzung werden nicht berücksichtigt.
- Standardisierte Raumwirkungsgrade nach Raumindex und Beleuchtungsart
- Pauschaler Wartungsfaktor von 0,67
- Standardisierter Wartungswert der Beleuchtungsstärke nach Gebäudezone

- Der Betriebswirkungsgrad wird mit 1 angenommen. Somit sind auch alle optischen Verluste der Leuchte, in der die Lampe installiert ist, als Energieeffizienzpotential in das Benchmarking einbezogen.

- Die Verlustleistung von Vorschaltgeräten wird mit einem festen Korrekturfaktor auf die Lampenleistung aufgeschlagen. Der Faktor unterscheidet nur nach Anwendungsart des Vorschaltgeräts, nicht aber ob es sich z. B. um ein elektronisches VG handelt oder nicht

- Die Testbedingungen bei Ökodesign weichen vom Anwendungsfall in der Praxis ab.

Das Benchmarking baut auf Richtwerte der DIN V 18599 auf, die zwar den Qualitätsanforderungen bei der Berechnung von Energieausweisen für Nichtwohngebäude entsprechen, letztlich aber dennoch Verallgemeinerungen darstellen, die von den Beleuchtungsanforderungen im Einzelfall deutlich abweichen können. Auch der pauschale Aufschlag für externe Vorschaltgeräte aus der Ökodesign-Richtlinie ist eine Verallgemeinerung, die die Unschärfe im Benchmarking erhöht.

6.2.11 Einschätzungen zum Benchmarking

Für eine Verwendung im Sinne der EN 16231 ist das hier entwickelte Benchmarking nicht geeignet, weil der Energy Performance Indicator nicht, wie von der Norm gefordert, den spezifischen Energieverbrauch ausdrückt, sondern die installierte Lampenleistung ins Verhältnis zu den Beleuchtungsanforderungen nach DIN V 18599 setzt. Durch den Bezug zur Leistung bleiben das Nutzerverhalten und Defekte im praktischen Einsatz komplett unberücksichtigt. Außerdem würden zu gering ausgeleuchtete Flächen als fälschlicherweise energieeffizient gewertet.

Das hier entwickelte Benchmarking leidet in seiner Aussagekraft an der mangelnden Verfügbarkeit verlässlicher Daten zum realen Energieeinsatz und zum Bedarf an Kunstlicht (Bezugsgröße des Energy Performance Indicators). Prinzipiell lässt sich der Bedarf an Kunstlicht mit am Markt verfügbaren Technologien messen (Luxmeter). Von umfassender Verbreitung dieser Messgeräte kann auch in Zukunft nicht ausgegangen werden. Die Nutzenergie Licht müsste raumweise erfasst werden. Im Verhältnis zum erzielbaren Nutzen ist der Aufwand zur Messung zu groß. Im Handlungsfeld Beleuchtung ist ein Benchmarking-Ansatz daher wenig geeignet.

6.3 Raumwärmeerzeugung und -bewahrung

Vorbemerkung: Die hier dargelegte Benchmarking-Systematik eignet sich gut für den Einsatz in der Praxis, da die Eingabe- und Ausgabeeinheiten genau erfasst werden können und mit Ausnahme der Witterungskorrektur nicht auf standardisierte Werte aufgebaut werden muss. Diese Einschätzung gilt nicht für die Verwendung der hier abgebildeten Benchmark, deren Übereinstimmung mit den Benchmarking-Grenzen nicht gesichert ist. Unschärfen sind in Kapitel 4.3.10 erläutert.

6.3.1 Zielsetzung

Ziel der Entwicklung eines exemplarischen Benchmarkingsystems für die Raumwärmeerzeugung und –bewahrung ist es, Herausforderungen aufzuzeigen und den Benchmarking-Beteiligten erste Anhaltspunkte zu liefern, wie effizient die eigene Heizungsanlage die benötigte Nutzenergie an Raumwärme erzeugt (abhängig vom Jahresnutzungsgrad der Heizung) und wie gut die Nutzenergie an Raumwärme innerhalb des Gebäudes gehalten wird (abhängig von der Dämmung des Gebäudes und vom Lüften).

Die Nutzer des Benchmarking sollen bereits über möglichst einfache Eingaben aus gut verfügbaren Daten Rückschlüsse auf die Effizienz der Raumwärmeerzeugung und -bewahrung ziehen können. Den Benchmarking-Beteiligten sollte es ermöglicht werden, Gebäude und Heizung sowohl isoliert voneinander (hierfür müssen **Wärmemengenzähler** vorhanden sein) als auch als Gesamtsystem zu betrachten. Das Benchmarking soll onlinebasiert und möglichst automatisiert erfolgen. Die Dateneingabe soll von den Nutzern selbst vorgenommen werden. Sie sollen möglichst direkt nach der Eingabe eine anschauliche Auswertung erhalten. Es sollte ein Koordinator benannt werden, der das Benchmarking zentral steuert und die Eingabedaten auf Plausibilität prüft.

Da die Verantwortung für die korrekte Dateneingabe bei den Nutzern des Benchmarking liegt, kann die Datenqualität nur anhand einer Plausibilitätsprüfung beurteilt werden. Die Fehlerfreiheit der Eingabedaten kann dadurch jedoch nicht garantiert werden. Die Nutzer sollten dazu aufgefordert werden, möglichst genaue Daten einzugeben und nicht zu runden.

6.3.2 Benchmarking-Zielgruppe

Der Zugang zum Benchmarking soll ohne Einschränkung für alle Internetnutzer möglich sein, die über eine Heizung und einen Wärmemengenzähler verfügen. Blockheizkraftwerke können berücksichtigt werden.

Die Höhe des Endenergieverbrauchs für die Raumwärmeerzeugung ist im Wesentlichen abhängig von zwei Einflussgrößen:

- Nutzungsgrad (Wirkungsgrad über das gesamte Jahr) mit dem die Heizungsanlage aus der verbrauchten Endenergie die Nutzenergie an Raumwärme bereitstellt.

- Nutzenergiebedarf an Raumwärme (Heizwärmebedarf), abhängig von Nutzungsprofil und den Dämmstandards in einem Gebäude sowie von den klimatischen Randbedingungen, solaren und internen Gewinnen.

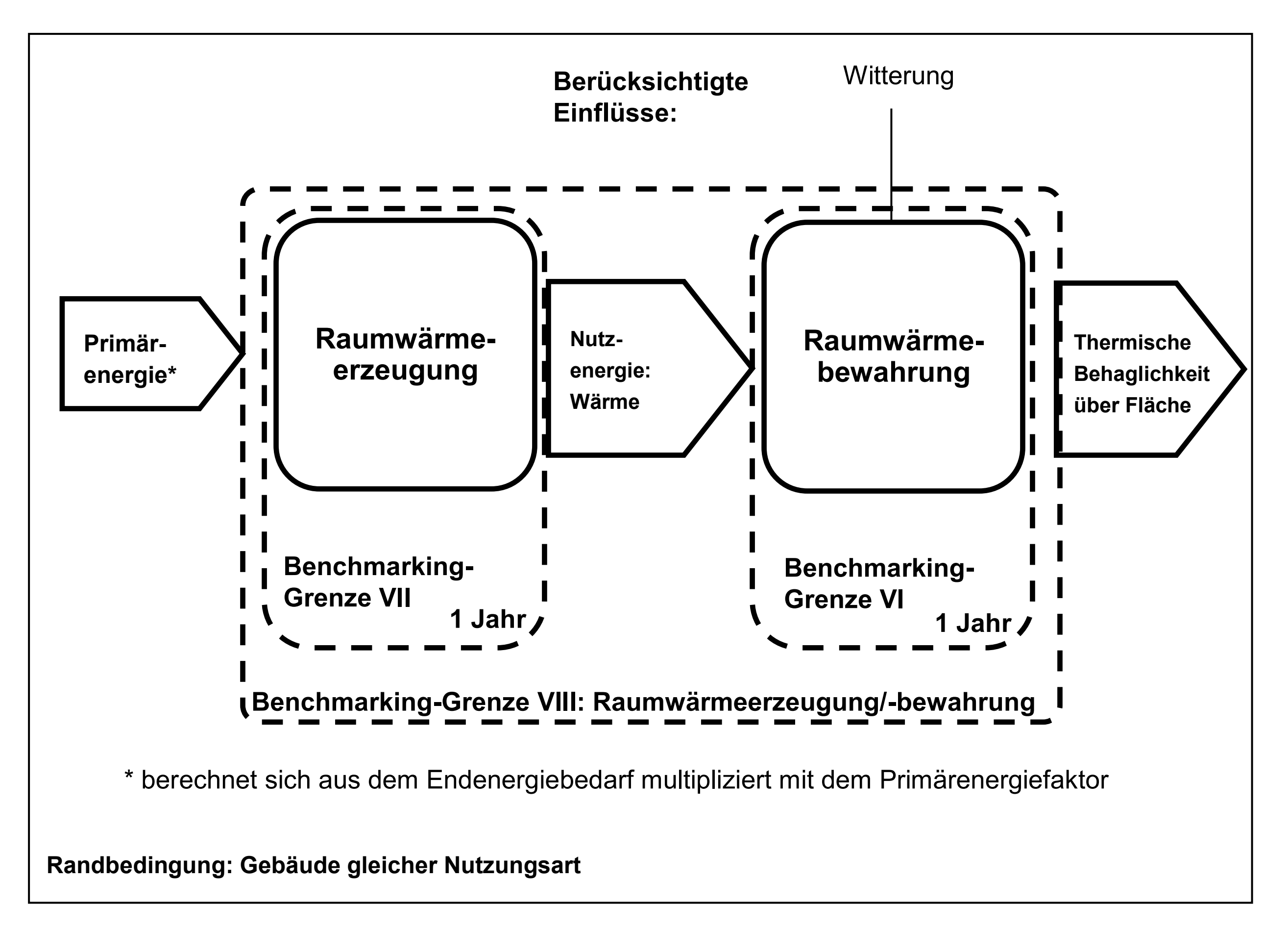


Abb. 16: Vereinfachte Darstellung der Benchmarking-Grenzen VI, VII und VIII

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

Um die Raumwärmeerzeugung und -bewahrung beurteilen zu können, muss der gesamte Prozess von der Energieträgereingabe in die Heizungsanlage bis hin zur Aufrechterhaltung der thermischen Behaglichkeit im Gebäude betrachtet werden. Mit Blick auf die Zielstellung sollen Heizungsanlage und Gebäude sowohl isoliert voneinander als auch gemeinsam betrachtet werden können. Demzufolge wurden drei verschiedene Benchmarking-Grenzen festgelegt. Die Abbildung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Benchmarking-Grenze VI: Raumwärmebewahrung

Der Heizwärmebedarf innerhalb von Gebäuden unterscheidet sich je nach Nutzungsprofil. Es macht z. B. einen Unterschied, ob in dem Gebäude ein Supermarkt oder eine Gaststätte betrieben wird. Die Benchmarking-Grenze sollte sich daher per Definition möglichst nur auf Gebäude derselben Nutzungsart beziehen. Die Umgebungstemperatur kann hingegen hinreichend genau per Korrekturfaktor ausgeglichen werden, daher wird die Benchmarking-Grenze nicht auf eine bestimmte Klimaregion begrenzt. Unterschiede bei internen Gewinnen (z. B. Heizleistung Menschen) müssen hingegen als Unschärfe akzeptiert werden.

Benchmarking-Grenze VII: Raumwärmeerzeugung

Die Heizungsanlage ist unveränderbaren Einflussfaktoren weniger stark ausgesetzt als das Gebäude. Die Effizienz der Heizung ist eher nicht von der Nutzungsart des Gebäudes abhängig. Als Beispiele für Unschärfen könnte man u.a. die unterschiedlichen Zugangsmöglichkeiten zu Energieträgern werten. Einige Regionen bieten etwa bessere Vertriebsstrukturen für Holzpellets, bei anderen wiederum ist der Zugang zu erdnaher Geothermie einfacher. Ferner bestehen Unterschiede bzgl. der Effizienz des Wärmespeichers. Diese Unterschiede können nicht ausgeblendet werden und müssen als Unschärfen akzeptiert und kommuniziert werden. Abstrahlverluste des Wärmespeichers bleiben unberücksichtigt für die Benchmark.

Benchmarking-Grenze VII: Raumwärmeerzeugung/-bewahrung

Die dritte Benchmarking-Grenze ist das Gesamtsystem aus den Teilsystemen Gebäude und Heizungsanlage. Die Einflussfaktoren der einzelnen Teilsysteme gelten entsprechend für das Gesamtsystem.

6.3.3 Grundüberlegungen zum Energy Performance Indicator

Gemäß der EN 16231 wird der spezifische Energieverbrauch als Energy Performance Indicator festgelegt. Da jede der drei definierten Benchmarking-Grenzen unterschiedliche Eingaben und Ausgaben aufweist, stellt sich die Kennzahl für jeden dieser Bereiche unterschiedlich dar.

Energy Performance Indicator der Benchmarking-Grenze VI: Raumwärmebewahrung (Gebäude)

Die Eingabe von Wärme in die beheizten Gebäudeteile erfolgt über die Heizflächen (Fußbodenheizung, Heizkörper etc.).

Im Zähler des EPI steht daher die Nutzenergie Wärme in der Einheit kWh. Der Zweck der Gebäudeheizung ist die thermische Wärme bereitzustellen, welche die Personen im Gebäude empfinden möchten. Je schlechter ein Gebäude gedämmt und je länger während der Heizgradtage gelüftet wird, desto mehr Nutzenergie Wärme muss pro Jahr und Quadratmeter zugeführt werden, um den Temperaturunterschied zwischen Außentemperatur und angenehmer Raumtemperatur aufrecht zu erhalten. Die Ausgabe im Nenner der Benchmarking-Grenze Gebäude ist demzufolge die thermische Behaglichkeit, die pro Quadratmeter bereitgestellt wird.

Als Energy Performance Indicator für die Raumwärmebewahrung im Gebäude ergibt sich:

$$\boldsymbol{EPI\ Raumw\ddot{a}rmebewahrung\ (Geb\ddot{a}ude)} \left[\frac{\boldsymbol{kWh/a}}{\boldsymbol{m^2}}\right] = \frac{Nutzw\ddot{a}rmeerzeugung\ f\ddot{u}r\ Beheizung\ [kWh/a]}{thermische\ Behaglichkeit\ \ddot{u}ber\ Fl\ddot{a}che\ [m^2]}$$

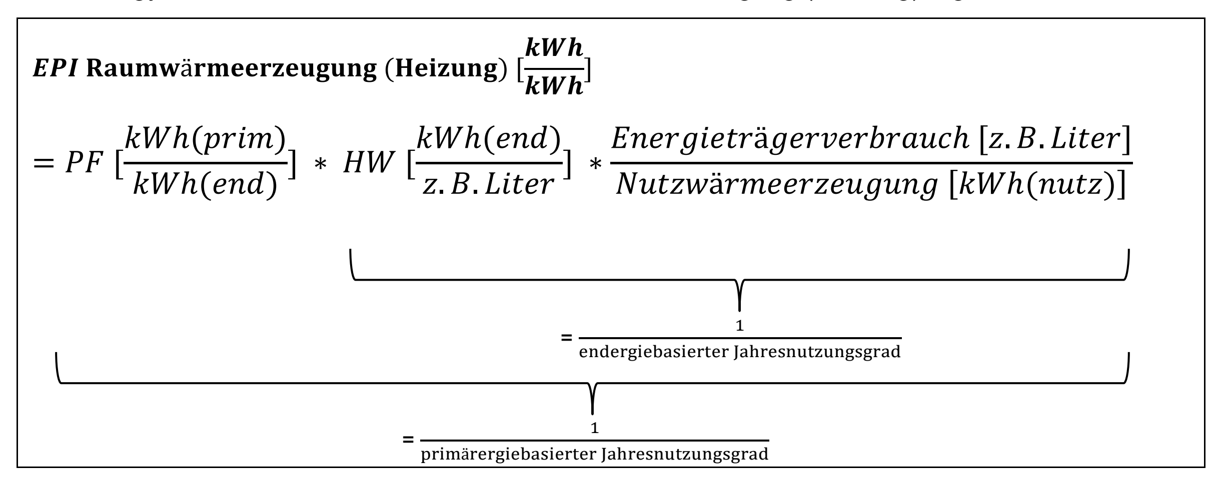
Energy Performance Indicator der Benchmarking-Grenze VII: Raumwärmeerzeugung (Heizung)

Im Zähler des EPI der Benchmarking-Grenze Raumwärmeerzeugung (Heizung) stehen die Energieträger, die in die Heizung eingegeben werden. Dabei kann es sich etwa um Erdgas, Heizöl, Holzpellets, Solarthermie und erdnahe Geothermie – oder eine Kombination aus mehreren dieser Energieträger handeln. Grundsätzlich weist jeder dieser Energieträger einen Heizwert auf, der in Kilowattstunden ausgedrückt wird und die Endenergie darstellt. Nun macht es wenig Sinn, etwa die Energieträger Strom und Erdgas gleichzusetzen, denn zur Erzeugung von Strom fallen im Kraftwerk Umwandlungsverluste an. Dieser Problematik kann man begegnen, indem man Primärenergiefaktoren zur Umrechnung der Endenergie in Primärenergie anwendet.

Im Nenner des EPI steht die Ausgabeeinheit der Heizung. Hierbei handelt es sich um die Nutzenergie, welche über die Heizflächen in Form von Heizwärme in das Gebäude eingegeben werden. Die Ausgabeeinheit der Benchmarking-Grenze Heizung ist identisch mit der Eingabeeinheit der Benchmarking-Grenze Gebäude, da in den Heizflächen nur zu vernachlässigende Energieverluste auftreten (z. B. in Form von Schall).

Mit Blick auf die Dateneingabe wird der Energieverbrauch nicht direkt in kWh Endenergie, sondern in den üblichen Einheiten m³, Liter etc. abgefragt. Daher wird in den EPI ein entsprechender Umrechnungsfaktor für den Heizwert (HW) integriert.

Als Energy Performance Indicator für die Raumwärmeerzeugung (Heizung) ergibt sich:



$$\boldsymbol{EPI}\ \textbf{Raumwärmeerzeugung (Heizung)}\ [\frac{\boldsymbol{kWh}}{\boldsymbol{kWh}}] = PF\ [\frac{kWh(prim)}{kWh(end)}] * HW\ [\frac{kWh(end)}{z.B.Liter}] * \frac{Energieträgerverbrauch\ [z.B.Liter]}{Nutzwärmeerzeugung\ [kWh(nutz)]}$$

$$HW\ [\frac{kWh(end)}{z.B.Liter}] * \frac{Energieträgerverbrauch\ [z.B.Liter]}{Nutzwärmeerzeugung\ [kWh(nutz)]} = \frac{1}{\text{endergiebasierter Jahresnutzungsgrad}}$$

$$EPI = \frac{1}{\text{primärergiebasierter Jahresnutzungsgrad}}$$

Der hier gebildete EPI Raumwärmeerzeugung (Heizung) drückt den spezifischen Energieverbrauch für die Bereitstellung von Nutzenergie aus. Je kleiner dieser Wert ist, desto energieeffizienter arbeitet die Heizung. Der EPI Raumwärmeerzeugung (Heizung) ist eng mit dem Begriff des primärenergiebasierten Jahresnutzungsgrades verwandt. Dieser drückt aus, welche Menge Nutzenergie eine Heizungsanlage aus einer eingesetzten Menge Primärenergie erzeugt. Der EPI Raumwärmeerzeugung (Heizung) ist der Kehrwert des primärenergiebasierten Jahresnutzungsgrades.

Energy Performance Indicator der Benchmarking-Grenze VIII: Raumwärmeerzeugung/ -bewahrung

Wenn sowohl Raumwärmebewahrung (Gebäude) als auch Raumwärmeerzeugung (Heizung) als Gesamtprozess im Benchmarking betrachtet werden sollen, sind beide Einzelprozesse in die Benchmarking-Grenze einzubeziehen. Als Eingabeeinheit (im Zähler) bleibt

daher die Eingabeeinheit der ersten Benchmarking-Grenze, also der Raumwärmeerzeugung (Heizung), bestehen. Als Ausgabeeinheit wird (im Nenner) die Ausgabeeinheit der Benchmarking-Grenze Raumwärmebewahrung (Gebäude) herangezogen.

Als Energy Performance Indicator für die gemeinsame Benchmarking-Grenze ergibt sich somit:

$$\mathbf{EPI\ Raumwärmeerzeugung/-bewahrung\ (Heizung/Gebäude)}\left[\frac{\mathbf{kWh/a}}{\mathbf{m^2}}\right]$$

$$= \frac{Nutzwärmeerzeugung\ für\ Beheizung[kWh(nutz)/a]}{thermische\ Behaglichkeit\ über\ Fläche\ [m^2]}$$

$$* \ PF\left[\frac{kWh}{kWh}\right] * HW\left[\frac{kWh}{z.B.Liter}\right] * \frac{Energieträgerverbrauch\ [z.B.Liter/a]}{Nutzwärmeerzeugung\ für\ Beheizung[kWh(nutz)/a]}$$

$$= PF\left[\frac{kWh}{kWh}\right] * HW\left[\frac{kWh}{z.B.Liter}\right] * \frac{Energieträgerverbrauch\ [z.B.Liter/a]}{thermische\ Behaglichkeit\ über\ Fläche\ [m^2]}$$

6.3.4 Integration von Korrekturen in den EPI

Die definierten Benchmarking-Grenzen sind, wie im vorangegangenen Kapitel dargestellt, verschiedenen Einflussfaktoren unterworfen. Im Folgenden wird eine Vorgehensweise für den Umgang mit Einflussfaktoren beschrieben.

6.3.4.1 Ausblendung bzgl. Benchmarking-Grenze VI: Raumwärmebewahrung (Gebäude)

Die erste Benchmarking-Grenze ist den Einflussfaktoren Umgebungstemperatur, solare und interne Gewinne ausgesetzt.

- *Unterschiede bzgl. interner und solarer Gewinne*. Unterschiede bzgl. interner und solarer Gewinnen sollten als Unschärfe im Benchmarking akzeptiert und als solche kommuniziert werden, da keine praktikable Berechnungsmethode zur Korrektur zur Verfügung steht.

- *Unterschiede bzgl. Witterungsverhältnisse.* In welchem Maß einem Gebäude Nutzwärme zugeführt werden muss, ist nicht nur von der Dämmqualität des Gebäudes, sondern auch von den jeweiligen Witterungsverhältnissen abhängig (unterschiedliche Produktionstiefe bei der „Umwandlung“ eines „kalten“ Raumes in einen „warmen“ Raum). Beim Deutschen Wetterdienst sind zur Korrektur dieser Unterschiede Klimakorrekturfaktoren zum Download verfügbar.

Zeitraum	von	01.04.2010	01.05.2010	01.06.2010
	bis	31.03.2011	30.04.2011	31.05.2011
Postleitzahl				
01067		1,02	1,05	1,09
01069		1,02	1,05	1,09
01097		1,01	1,05	1,08
01099		0,91	0,93	0,96
01108		0,93	0,96	0,99
01109		0,93	0,95	0,98
01127		1,02	1,05	1,09
01129		0,98	1,00	1,04
01139		1,00	1,03	1,07
01156		0,90	0,92	0,95
01157		0,99	1,01	1,05
01159		1,00	1,03	1,07
01169		0,95	0,97	1,00
01187		0,99	1,02	1,05
01189		0,93	0,96	0,99

Tab. 5: Ausschnitt aus den Klimafaktor-Exportlisten des DWD

Quelle: DWD 2012: o.S.

Die Klimafaktoren stehen als Excel-Listen zum Download zur Verfügung und werden alle sechs Wochen aktualisiert.[116] Sie dienen der Korrektur der örtlichen und zeitlichen Witterungsunterschiede u.a. bei der Erstellung von Gebäudeenergiebedarfsausweisen.

$$\boldsymbol{bereinigter\ EPI\ Raumwärmebewahrung\ (Gebäude)\ \left[\frac{kWh/a}{m^2}\right]}$$

$$= \frac{Nutzwärmeerzeugung\ für\ Beheizung [kWh/a]}{thermische\ Behaglichkeit\ über\ Fläche\ und\ Jahr\ [m^2]} * Klimafaktor$$

6.3.4.2 Ausblendung bzgl. Benchmarking-Grenze VII: Raumwärmeerzeugung

Heizungsanlagen produzieren Nutzenergie in Form von Wärme, die über einen Heizkreislauf oder durch Belüftungsanlagen an das Gebäude übergeben wird. Da sich je nach Region die Möglichkeiten zum Zugang zu Energieträgern (z. B. erdnahe Geothermie) oder die chemisch gebundene Energie innerhalb der Brennstoffe (z. B. unterschiedliche Heizwerte von Erdgas je nach Region) unterscheiden, sind die erzielbaren Jahresnutzungsgrade u.a. regional abhängig. Diese Aspekte auszugleichen, wäre extrem aufwändig. Es wird empfohlen, diese Einflussfaktoren zu akzeptieren.

[116] Vgl. DWD 2012: o.S.

Die Stromerzeugung aus **Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW)** kann hingegen als Energieexport berücksichtigt werden. Im vorliegenden Fall wird zur Korrektur der Primärenergieverbrauch abgezogen, der für die konventionelle Stromerzeugung anfallen würde, wenn der Strom nicht im BHKW erzeugt würde.

$$\boldsymbol{bereinigter\ EPI\ Raumwärmeerzeugung\ (Heizung)}\ \left[\frac{\boldsymbol{kWh\ (prim)/a}}{\boldsymbol{kWh\ (nutz)/a}}\right]$$

$$= \frac{PF\ \left[\frac{kWh(prim)}{kWh(end)}\right] * HW\ \left[\frac{kWh(end)}{z.B.Liter}\right] * Energieträgerverbrauch\ \left[z.B.\frac{Liter}{a}\right] - 2{,}8\ \left[\frac{kWh(prim)}{kWh(end)}\right] * BHKW.Stromerzeugung\ \left[\frac{kWh(end)}{a}\right]}{Nutzwärmewärmeerzeugung\ für\ Heizung\ [kWh(nutz)/a]}$$

6.3.4.3 Korrekturen bzgl. Benchmarking-Grenze IIX: Raumwärmeerzeugung und –bewahrung

Die Korrekturen der Prozesse Raumwärmeerzeugung und –bewahrung in Heizungsanlage und Gebäude als Gesamtsystem ergeben sich aus der Kombination der Korrekturen der jeweiligen Teilsysteme.

$$\boldsymbol{bereinigter\ EPI\ gesamt}\ \left[\frac{\boldsymbol{kWh\ (prim)}}{\boldsymbol{m^2 * a}}\right]$$

$$= \frac{Nutzwärmeerzeugung\ für\ Beheizung[kWh/a]}{thermische\ Behaglichkeit\ über\ Fläche\ und\ Jahr\ [m^2]} * Klimafaktor$$

$$* \frac{PF\ \left[\frac{kWh(prim)}{kWh(end)}\right] * HW\ \left[\frac{kWh(end)}{z.B.Liter}\right] * Energieträgerverbrauch\ \left[z.B.\frac{Liter}{a}\right] - 2{,}8\ \left[\frac{kWh(prim)}{kWh(end)}\right] * BHKW.Stromerzeugung\ \left[\frac{kWh(end)}{a}\right]}{Nutzwärmewärmeerzeugung\ für\ Beheizung\ \left[\frac{kWh(nutz)}{a}\right]}$$

$$= \frac{PF\ \left[\frac{kWh(prim)}{kWh(end)}\right] * HW\ \left[\frac{kWh(end)}{z.B.Liter}\right] * Energieträgerverbrauch\ \left[z.B.\frac{Liter}{a}\right] - 2{,}8\ \left[\frac{kWh(prim)}{kWh(end)}\right] * BHKW.Stromerzeugung\ \left[\frac{kWh(end)}{a}\right]}{thermische\ Behaglichkeit\ über\ Fläche\ und\ Jahr\ [m^2]}$$

$$* Klimafaktor$$

6.3.5 Sicherstellung der Vertraulichkeit

Damit der Koordinator die Möglichkeit hat, die Benchmarking-Beteiligten zu kontaktieren, sollten diese bei der Dateneingabe eine E-Mail Adresse hinterlegen. Ferner soll die Hinterlegung von Kontaktinformationen verhindern, dass Doppeleingaben vorgenommen werden. Nur der Koordinator soll die Datenpunkte den konkreten Adressen zuordnen können. Nichtsdestotrotz müssen die Kontaktdaten grundsätzlich online hinterlegt sein. Um das System vor online-Attacken zu schützen, sollten die gängigen Sicherheitsstandards eingehalten werden, die für Datenbanksysteme gelten. Es wird empfohlen, sich an den Sicherheitsstandards des BESS-Projekts zu orientieren. Bei der Auswertung der Ergebnisse sollten alle Datenpunkte anonymisiert werden.

6.3.6 Eindeutige und verständliche Datenabfrage im Fragebogen

Die Datenabfrage sollte sich auf die Daten beschränken, die wirklich benötigt werden. Diese sind im Einzelnen für die Benchmarking-Grenze VI (Raumwärmebewahrung Gebäude):

- E-Mail Adresse
- Postleitzahl (zur Zuordnung zur Klimastation)
- Nutzungsart des Gebäudes (Drop-Down Auswahlliste, ggf. zur weiteren Eingrenzung der Benchmarking-Grenze)
- Jahr, auf das sich die Dateneingabe bezieht
- Nutzwärmeerzeugung (**Wärmemengenzähler** muss vorhanden sein)

Für die Benchmarking-Grenze VII (Raumwärmeerzeugung Heizung) werden folgende Daten benötigt:

- E-Mail Adresse
- Jahr, auf das sich die Dateneingabe bezieht
- verwendete Energieträger für die Heizung inkl. BHKW (Drop-Down Auswahlliste anhand EnEV Primärenergiefaktoren)
- Energieträgerverbrauch für die Heizung [z. B. Liter/a] für jeden verwendeten Energieträger
- Nutzwärmeerzeugung (**Wärmemengenzähler** muss vorhanden sein)
- Stromerzeugung aus BHKW (sofern vorhanden)
- Gebäudenutzfläche

Für die Benchmarking-Grenze IIX (Raumwärmeerzeugung und –bewahrung in Heizung und Gebäude) sind folgende Eingaben notwendig:

- E-Mail Adresse
- Postleitzahl (für die Zuordnung zur Klimastation)
- Jahr, auf das sich die Dateneingabe bezieht
- Nutzungsart des Gebäudes (Drop-Down Auswahlliste, ggf. zur weiteren Eingrenzung der Benchmarking-Grenze)
- Gebäudenutzfläche [m²]
- verwendete Energieträger für die Heizung inkl. BHKW (Drop-Down Auswahlliste anhand EnEV Primärenergiefaktoren)
- Jahresendenergieverbrauch für die Heizung inkl. BHKW [kWh/a] für jeden verwendeten Energieträger
- Stromerzeugung aus BHKW (sofern vorhanden)
- Auswahl, ob Klimakorrektur angewendet werden soll

6.3.7 Prüfung der Eingabedaten auf Plausibilität und Verlässlichkeit

Die Plausibilitätsprüfung der Eingabedaten kann weitgehend automatisiert erfolgen. Dazu sollten im System obere und untere Grenzwerte für die EPIs festgelegt werden. Liegt ein EPI nicht innerhalb der festgelegten Grenzwerte, sollte der Koordinator Kontakt mit dem Nutzer aufnehmen und um Korrektur der Eingabe bitten. Reagiert der Nutzer nicht, sollte der Datenpunkt gelöscht werden.

6.3.8 Aussagekräftige Auswertung und Berechnung der Benchmark

Die Auswertung der Ergebnisse sollte anhand einer Benchmarking-Kurve erfolgen. Außerdem sollte die Branche der Organisation gekennzeichnet werden. Für die hier angeführten Energy Performance Indicators werden im Folgenden exemplarische Benchmarks ermittelt.

Benchmark für EPI der Benchmarking-Grenze VI: Raumwärmebewahrung

Für den EPI Raumwärmebewahrung (Gebäude) müssen Benchmarks für den spezifischen Heizwärmebedarf ermittelt werden. Die Benchmark soll die beste verfügbare Technik widerspiegeln. Als beste verfügbare Technik wird das Passivhaus herangezogen. Der maximale Heizwärmebedarf eines Passivhauses ist in Deutschland nicht einheitlich verbindlich definiert. Daher werden im Folgenden die Kriterien des Passivhausinstituts Darmstadt angewendet. Das Passivhausinstitut Darmstadt zertifiziert sowohl Wohngebäude als auch Nichtwohngebäude bei Erfüllung eines Kriterienkataloges als Passivhaus. Dabei macht es keinen Unterschied, ob es sich bei Nichtwohngebäuden um Produktionsstätten oder Bürogebäude handelt. Für den spezifischen Heizwärmebedarf wurde ein einheitlicher Grenzwert festgelegt.[117] Es wird angenommen, dass dieser Wert bereits witterungsbereinigt ist.

Maximaler spezifischer Heizwärmebedarf von Passivhäusern: 15 (kWh/a)/m²

$$\boldsymbol{Benchmark\ f\text{ü}r\ bereinigten\ EPI\ Raumw\text{ä}rmebewahrung\ (Geb\text{ä}ude)}\ \left[\frac{\boldsymbol{kWh(nutz)/a}}{\boldsymbol{m^2}}\right]$$

$$= \mathbf{15}\ \frac{\mathbf{kWh(nutz)/a}}{\mathbf{m^2}}\ \text{(bereits witterungsbereinigt)}$$

Der spezifische Heizwärmebedarf eines Passivhauses stellt bzgl. Raumwärmebewahrung im Gebäude die Benchmark dar. Allerdings muss dabei folgende Unschärfe klar kommuniziert werden: Gebäude können sich je nach ihrer Nutzungsart in den Anforderungen an die Raumtemperatur deutlich unterscheiden. Dadurch ist bereits nutzungsbedingt der spezifische Heizwärmebedarf z. B. in 5-Sterne Hotels höher als in 3-Sterne Hotels. Eine einheitliche Benchmark wird den verschiedenen Nutzungsarten nicht gerecht. Es wird empfohlen, in einem umfassenderen Benchmarking-Ansatz die verschiedenen Nutzungsarten zu berücksichtigen.

[117] Vgl. Passivhaus Institut 2012: 1

Benchmark für EPI der Benchmarking-Grenze VII: Raumwärmeerzeugung (Heizung)

Für den EPI Raumwärmeerzeugung (Heizung) müssen Benchmarks für den spezifischen Energieverbrauch von Heizungsanlagen ermittelt werden. Wie bereits eingangs beschrieben, wird für sämtliche Anlagentechniken in diesem Benchmarking-Vorhaben die beste verfügbare Technik (BAT) aus Ökodesign herangezogen.

Als beste verfügbare Technik werden dort Raumheizgeräte und Kombiheizgeräte mit Temperaturregelung und Unterstützung durch Solarthermie und Wärmepumpen ausgewiesen. Die Einordnung der Geräte in die verschiedenen Energieeffizienzklassen ist davon abhängig, welche “seasonal heating energy efficiency” sie erreichen. Dieser Begriff ist definiert als Verhältnis zwischen dem Heizwärmebedarf (Nutzenergiebedarf zur Bereitstellung der Raumwärme in kWh) und dem dafür benötigten jährlichen Energieverbrauch.[118] Mit dem jährlichen Energieverbrauch ist der Primärenergieverbrauch gemeint.[119]

Dieser Wert entspricht dem primärenergiebasierten Jahresnutzungsgrad, also dem Kehrwert des für das Heizungs-Benchmarking verwendeten EPI Raumwärmeerzeugung (Heizung).

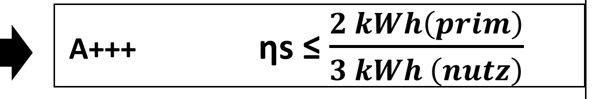
Energieeffizienzklassen für Heizungen zur Bereitstellung von Raumwärme

Ausnahme: Niedrigtemperatur-Wärmepumpen und Wärmepumpen in Niedrigtemperaturanwendungen

Seasonal space heating energy efficiency ηs =primärenergiebasierter Jahresnutzungsgrad

A+++			**ηs**	**≥**	**150%**
A++	125%	≤	ηs	<	150%
A+	98%	≤	ηs	<	125%
A	90%	≤	ηs	<	98%

Benchmark für den EPI Raumwärmeerzeugung (Heizung) =1/primärenergiebasierter Jahresnutzungsgrad



Tab. 6: Energieeffizienzklassen für Heizungen zur Bereitstellung von Raumwärme

Quelle: eigene Darstellung (adelphi) auf Basis von Europäische Kommission 2012: 29

Anmerkung: Es sind sehr große Abstände zwischen der verbreiteten Praxis der Heizgeräte und der gebildeten Benchmark zu erwarten. Die meisten Heizungen arbeiten ohne Modulation und kennen daher nur eine Leistungsstufe. Dies führt zu häufigem Takten (An- und Ausschalten) des Brenners. Die Folge sind hohe Abgasverluste aufgrund des nicht optimalen Verbrennungsprozesses beim Anfahren, insbesondere bei zu groß ausgelegten Heizungsbrennern. Dadurch arbeiten auch viele Brennwertheizungen mit einem Jahresnutzungsgrad von unter 70 %. Neue Heizgeräte hingegen können die Größe der Flamme dem Bedarf anpassen, wodurch ihr Jahresnutzungsgrad recht nah am angegebenen Wirkungsgrad liegt. Ferner sind Blockheizkraftwerke in der Benchmark nicht berücksichtigt.

[118] Vgl. Europäische Kommission 2012: 16

[119] Vgl. Europäische Kommission 2012: o.S. (Memorandum - Energy labelling scales)

Als Benchmark für den EPI Raumwärmeerzeugung ergibt sich somit:

$$\boldsymbol{Benchmark\ EPI\ Raumwärmeerzeugung\ (Heizung)}\ \left[\frac{\boldsymbol{kWh(prim)}}{\boldsymbol{kWh(nutz)}}\right]$$

$$= \frac{\boldsymbol{2\ kWh(prim)}}{\boldsymbol{3\ kWh\ (nutz)}}$$

Benchmark für EPI der Benchmarking-Grenze VIII: Gesamtsystem Raumwärmeerzeugung und -bewahrung

Die Benchmark für den EPI Gesamtsystem Raumwärmeerzeugung und –bewahrung ist das Produkt aus der Benchmark des bereinigten EPI Raumwärmeerzeugung und des EPI Raumwärmebewahrung.

$$\boldsymbol{Benchmark\ bereinigter\ EPI\ Raumwärmebewahrung/-erzeugung\ (Gebäude/Heizung)}\ \left[\frac{\boldsymbol{kWh/a}}{\boldsymbol{m^2}}\right]$$

$$= \boldsymbol{Benchmark\ bereinigter\ EPI\ Raumwärmebewahrung\ (Gebäude)}\ \left[\frac{\boldsymbol{kWh(nutz)}}{\boldsymbol{m^2 * a}}\right]$$

$$* \boldsymbol{Benchmark\ EPI\ Raumwärmeerzeugung\ (Heizung)}\ \left[\frac{\boldsymbol{kWh(prim)}}{\boldsymbol{kWh(nutz)}}\right]$$

$$= \mathbf{15}\ \left[\frac{\mathbf{kWh(nutz)}}{\mathbf{m^2 * a}}\right] * \frac{\boldsymbol{2\ kWh(prim)}}{\boldsymbol{3\ kWh\ (nutz)}}$$

$$= \mathbf{10}\ \left[\frac{\mathbf{kWh(prim,)}}{\mathbf{m^2 * a}}\right]$$

6.3.9 Transparente Berichterstattung

Die Berichterstattung sollte insbesondere alle Schwachstellen und Unschärfen des Benchmarking aufgreifen und genau beschreiben, wie die Benchmarks berechnet wurden.

Weil gute Möglichkeiten zur Messung des Nutzwärmeverbrauchs zur Verfügung stehen (Wärmemengenzähler), ist das entwickelte Benchmarking-System für den Prozess Raumwärmeerzeugung und –bewahrung im Vergleich zu den weiteren in dieser Studie entwickelten Ansätzen das am besten für den Praxiseinsatz geeignete Modell. Es werden für das Benchmarking-System, abgesehen von der Klimakorrektur, keine standardisierten Werte aus Literaturangaben, sondern tatsächliche Verbrauchswerte verwendet.

Die Referenz-Benchmark hingegen – die für das System aber nicht essentiell ist – basiert hingegen auf standardisierten Werten aus Ökodesign und dem Passivhaus-Institut. Dies reicht für den Demonstrationszweck im Rahmen der Studie aus, ist für den Praxiseinsatz aber nicht geeignet, weil keine Übereinstimmung der Systemgrenze mit der Benchmarking-Grenze sichergestellt werden kann.

Einige Unschärfen im Benchmarking:

- Unterschiede bei den internen Gewinnen können nicht berücksichtigt werden. So sind z. B. Gebäude mit hohem Publikumsverkehr oder zahlreichen Energieverbrauchern, die viel Wärme abstrahlen, im Vorteil. Die möglichen Unterschiede sind aber durch die Definition der Randbedingung „Gebäude gleicher Nutzungsart“ begrenzt.

- Mit zunehmender Größe arbeitet Anlagentechnik effizienter. Gut ausgelastete große Heizungsanlagen sind im Vorteil gegenüber gut ausgelasteten kleinen Heizungsanlagen. Diese Problematik kann durch die Definition einer zusätzlichen Randbedingung (z. B. Einhaltung eines definierten Bereichs bei der Gebäudenutzfläche) abgeschwächt werden.

- Die Übereinstimmung der Benchmarking-Grenze aus Literaturangaben mit der Benchmarking-Grenze des hier dargestellten Benchmarking-Systems ist nicht gesichert. Die Referenzwerte aus Ökodesign und dem Passivhausinstitut dienen lediglich der Demonstration und sollten nicht als Referenz im tatsächlichen Benchmarking verwendet werden. Bei Verwendung der Primärenergiefaktoren (erneuerbarer Anteil) aus Kapitel 2.3.4 sind primärenergiebasierte Jahresnutzungsgrade von über 100 % nicht möglich. Es wird vermutet, dass bei Ökodesign bzgl. Primärenergiefaktoren der nicht-erneuerbare Anteil herangezogen wird. Für ein Benchmarking der Heizung, das auf Ökodesign aufbaut, müssten ebenfalls die nicht-erneuerbaren Anteile für die Berechnung verwendet werden. Diese können der DIN V 18599-1:2011, Seite 67 entnommen werden. Es ist nicht gesichert, dass die bei Ökodesign verwendeten Primärenergiefaktoren den Werten der DIN V 18599 entsprechen.

6.3.10 Einschätzungen zum Benchmarking

Im Rahmen der Untersuchungen der Studie wurde exemplarisch ein onlinebasiertes Benchmarkingsystems nach EN 16231 für Raumwärmeerzeugung und -bewahrung entwickelt. Unter der Voraussetzung, dass die Teilnehmer über Wärmemengenzähler verfügen, kann das Benchmarking-System sehr genaue Ergebnisse liefern.

Die Benchmark sollte im Zuge des Benchmarking ermittelt werden und nicht auf Literaturangaben basieren.

- Benchmarking-Grenze: Raumwärmeerzeugung (Heizung)

Ein breit angelegtes Benchmarking der Wärmeerzeugung ist dann sehr gut möglich, wenn vom Vorhandensein von Wärmemengenzählern an den beteiligten Heizungsanalagen ausgegangen werden kann und die Daten kosteneffizient abgerufen und gesammelt werden können (z. B. über Funk). Unter dieser Voraussetzung könnte der Brennstoffeinsatz (der aus den Abrechnungen der Energieversorger auch ohne Messtechnik vor Ort hinreichend genau quantifiziert werden kann) unter Verwendung von Primärenergiefaktoren direkt ins Verhältnis zur bereitgestellten Nutzwärme gesetzt werden. Eine Klimakorrektur ist nicht notwendig, da die Witterungsbedingungen den Brennstoffeinsatz und den Nutzwärmebedarf in gleichem Maße beeinflussen, also das Verhältnis aus Brennstoffeinsatz und Nutzwärmebedarf unberührt bleibt. Die Ergebnisse eines Benchmarking der Raumwärmeerzeugung könnte zahlreiche Einsparpotentiale aufdecken, da in der Praxis zwar häufig vermeintlich effiziente Heizungen mit einem hohem Wirkungsgrad verbaut sind, diese im praktischen Einsatz aber in vielen Fällen mit einem niedrigen Jahresnutzungsgrad betrieben werden (aufgrund fehlerhafter Programmierung der Steuerung, Überdimensionierung des Heizungsbrenners und durch mangelnde Möglichkeit der Modulation).

- Benchmarking-Grenze: Raumwärmebewahrung (Gebäude)

Die Benchmarking-Grenze für die Raumwärmebewahrung sollte vergleichbare Nutzungsprofile der Gebäude fordern (z. B. sollten öffentliche Verwaltungsgebäude nicht mit Wellnesshotels verglichen werden). Der Nutzwärmebedarf geht als Eingabeeinheit in den Energy Performance Indicator der Benchmarking-Grenze Gebäude ein. Ist das Nutzungsprofil der Gebäude vergleichbar, kann als Bezugsgröße die Gebäudenutzfläche gewählt werden. Das Vorhandensein von Wärmemengenzählern würde auch die Qualität eines Benchmarking von Gebäuden verbessern. Eine Klimakorrektur des Nutzwärmebedarfs ist hinsichtlich der Beurteilung des Gebäudes notwendig. Die Verwendung von Klimafaktoren impliziert, da die klimatischen Bedingungen im Umfeld einer Klimastation nicht absolut homogen sind, eine gewisse Unschärfe im Benchmarking. Es wird aber aufgrund der breiten Anwendung (z. B. bei Energieausweisen für Nichtwohngebäude) davon ausgegangen, dass die Unschärfe vernachlässigt werden kann.

- Gute Perspektiven für die Zukunft

Unter der Voraussetzung, dass Wärmemengenzähler vorhanden sind, könnte ein Benchmarking sowohl für Raumwärmeerzeugung als auch für Wärmebewahrung im Gebäude (oder Kombination aus beidem) sehr gut umgesetzt werden. Dieser Aspekt ist gerade mit Blick auf die Energieeffizienz-Richtlinie 2012 sehr interessant. Die Mitgliedstaaten der Europäischen Union haben sich dazu verpflichtet, Inventare zur Energieeffizienz der Gebäude der Zentralregierungen anzulegen. Öffentliche Gebäude könnten die in der Energieeffizienzrichtlinie geforderte Vorbildfunktion einnehmen, wenn sie mit Funk-Wärmemengenzählern ausgestattet werden. Dann könnten mit Hilfe benchmarkingbasierter Gebäudeinventare Einsparpotentiale bei Heizung und Gebäude schnell und exakt ermittelt und energetische Sanierungen zielsicher vorgenommen werden.

6.4 Wärmeverteilung

Vorbemerkung: Die hier dargelegte Systematik dient ausschließlich der Demonstration der Herausforderungen beim Benchmarking. Aufgrund der sich ergebenden Unschärfen durch die zahlreiche Verwendung von Literaturangaben, vereinfachten Rechenwegen etc. soll es nicht in der Praxis verwendet werden. Unschärfen sind in Kapitel 4.4.10 erläutert.

6.4.1 Zielsetzung

Im Folgenden sollen die Herausforderungen beim Benchmarking der Wärmeverteilung über Heizkreisläufe veranschaulicht werden. Das Benchmarking ist auf Zirkulationspumpensysteme aus Heizungsumwälzpumpe und Rohrleitungskreislauf begrenzt. Den Benchmarking-Beteiligten sollen erste Anhaltspunkte geliefert werden, wie effizient der Volumenstrom Heizwasser zwischen Heizung und der Übergabestelle der Nutzenergie (Heizflächen) transportiert wird.

Die Nutzer des Benchmarking sollen über möglichst einfache Eingaben aus gut verfügbaren Daten Rückschlüsse ziehen können. Das Benchmarking soll für ein onlinebasiertes System optimiert sein und die Dateneingabe soll von den Nutzern selbst vorgenommen werden können. Sie sollen möglichst direkt nach der Eingabe eine Auswertung erhalten. Es sollte ein Koordinator benannt werden, der das Benchmarking steuert und die Eingabedaten auf Plausibilität prüft.

Da die Verantwortung für die korrekte Dateneingabe bei den Nutzern des Benchmarking liegt, kann die Datenqualität nur anhand einer Plausibilitätsprüfung beurteilt werden. Die Fehlerfreiheit der Eingabedaten kann dadurch nicht garantiert werden. Die Nutzer sollten dazu aufgefordert werden, möglichst genaue Daten einzugeben und nicht zu runden.

6.4.2 Benchmarking-Zielgruppe

Der Zugang soll ohne Einschränkung für Internetnutzer möglich sein, die über ein Zirkulationspumpensystem für die Heizwasserverteilung verfügen. Da das Lastprofil nach Ökodesign zugrunde gelegt wird, sollten nur Betriebe teilnehmen, die ganzjährig beheizt werden müssen. Es werden keine Möglichkeiten zur Verfügung stehen, um herauszufinden, ob die Betreiber der effizientesten Zirkulationspumpensysteme für die Heizwasserverteilung am Benchmarking teilnehmen. Da die Benchmark aber nicht als beste 10 % der ermittelten Werte angegeben, sondern aus der besten verfügbaren Technik berechnet wird, ist die Frage nach der Teilnahme der Besten von untergeordneter Bedeutung.

6.4.3 Definition der Benchmarking-Grenze

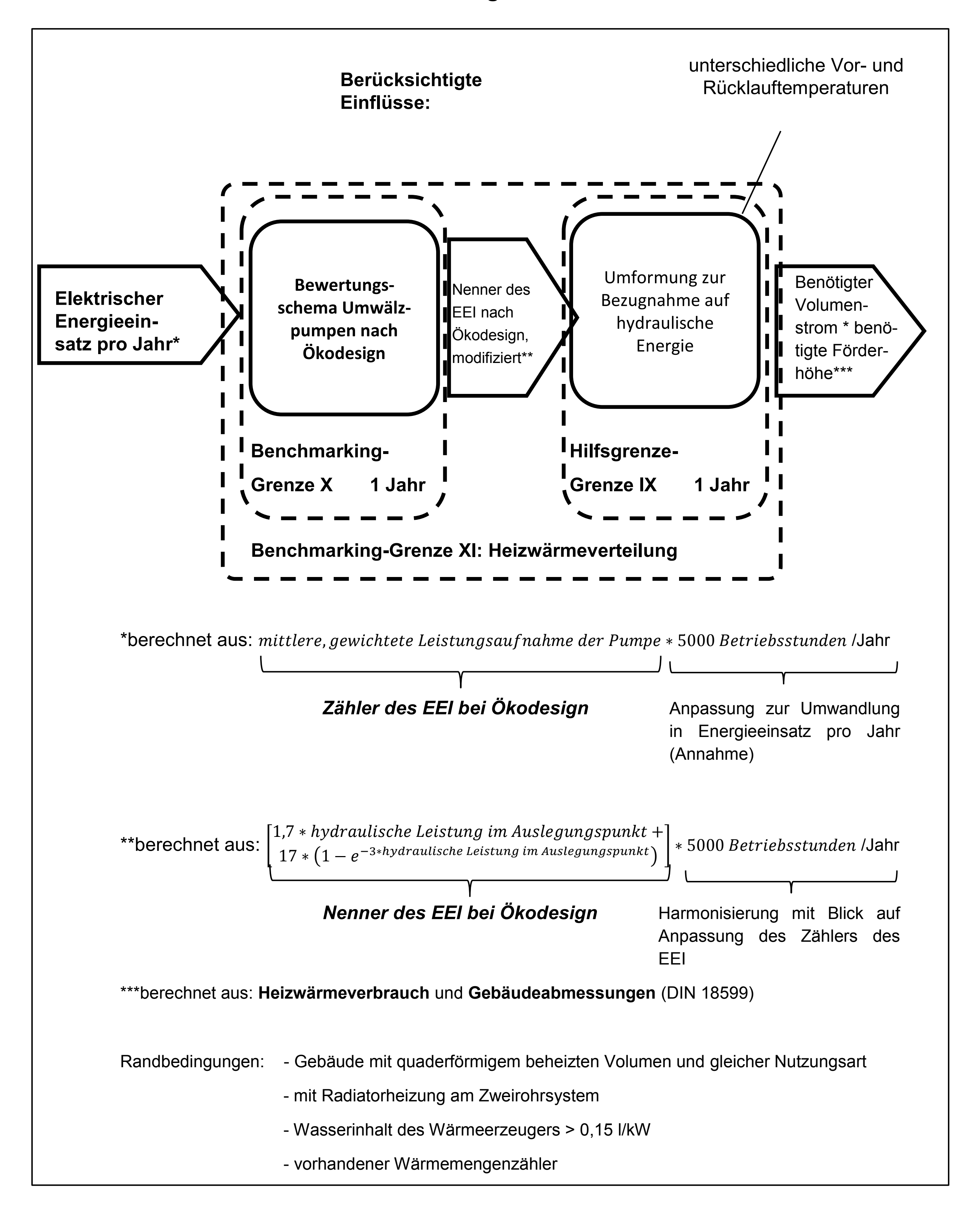


Abb. 17: Vereinfachte Darstellung der Benchmarking-Grenzen IX, X und XI

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Die **Benchmarkinggrenzen Pumpe und Rohrnetz** können **nur gemeinsam** beurteilt werden, da den Benchmarking-Beteiligten keine Informationen zum Nenner des EEI nach Ökodesign vorliegen. Zur Ermittlung der Benchmark ist eine Aufteilung aber notwendig. Die Benchmarking-Grenzen IX und X sind somit als Hilfsgrenzen zu verstehen, die eine Bestimmung der Benchmark für die Benchmarking-Grenze XI erst ermöglichen.

Umformung zur Bezugnahme auf hydraulische Energie (Hilfsgrenze IX)

Die Hilfsgrenze dient als Bindeglied zwischen den beiden folgenden Benchmarking-Grenzen. Sie ist notwendig, um den EPI im Sinne der EN 16231 auf den spezifischen Energieverbrauch zu beziehen (Elektrische Energie pro hydraulische Energie). Die Eingabeeinheit der angepasste Nenner des EEI nach Ökodesign. Die Ausgabeeinheit ist die benötigte hydraulische Energie. Eine Benchmark wird für die Hilfsgrenze nicht bestimmt.

Bewertungsschema Heizwasserverteilung - Ökodesign (Benchmarking-Grenze X)

Ökodesign ist auf die Leistung bezogen, nicht auf den elektrischen Energieeinsatz. Im Zähler steht die mittlere hydraulische Leistungsaufnahme nach Ökodesign Standard-Lastprofil. Im Nenner steht eine Abwandlung der hydraulischen Leistung. Die Benchmarking-Grenze wird so abgewandelt, dass als Eingabeeinheit der elektrische Energieeinsatz genutzt werden und auf beim Nutzer besser verfügbare Daten als Volumenstrom und Förderhöhe aufgebaut werden kann. Da die Ausgabeeinheit noch nicht die hydraulische Energie widerspiegelt, wird ihr die Hilfsgrenze nachgeschaltet.

Bewertungsschema Heizungspumpen nach (Benchmarking-Grenze XI)

Die Benchmarking-Grenze XI ist das Gesamtsystem aus den Teilsystemen (Benchmarking-Grenze IX und Benchmarking-Grenze X. Die Eingabeeinheit ist der elektrische Energieverbrauch der Pumpe. Die Ausgabeeinheit ist die benötigte hydraulische Energie.

Für die Nutzer des Benchmarkings ist nur die Benchmarking-Grenze XI relevant. Sie drückt aus, wie viel elektrische Energie benötigt wird, um den Bedarf an hydraulischer Energie (in Abhängigkeit von Vor- und Rücklauftemperatur im Auslegungspunkt und von Gebäudeabmessungen) zu decken.

6.4.4 Grundüberlegungen zum Energy Performance Indicator

Gemäß der EN 16231 wird der spezifische Energieverbrauch als Energy Performance Indicator festgelegt. Aufgrund der Einbeziehung von Ökodesign bzgl. der Teilsysteme sind Anpassungen notwendig, die sich aber beim Zusammenführen der Teilsysteme aufheben.

Verteilnetze haben die Aufgabe, die von der Heizung erzeugte Wärme zu den Heizflächen zu transportieren. Zum Wärmetransport wird ein Volumenstrom mit dem Trägermedium Wasser bereitgestellt. Je höher die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperatur an der Heizung ist, desto mehr Wärmeenergie kann pro Kilogramm Wasser transportiert werden und desto weniger Volumenstrom wird benötigt. Durch Rohrleitungswiderstände treten Druckverluste auf. Je höher die Druckverluste sind, desto höher ist die notwendige Förderhöhe der Pumpe. Je nach Witterung muss eine unterschiedliche Wärmemenge verteilt werden, daher variieren der benötigte Volumenstrom und die benötigte Förderhöhe über das Jahr. Bevor der EPI gebildet werden kann, müssen Wege gefunden werden, wie der jeweils benötigte Volumenstrom, Förderhöhe und die sich daraus ergebende hydraulische Leistung aus einfachen Eingaben der Nutzer näherungsweise quantifiziert werden können.

Im Folgenden wird auf Ökodesign und DIN V 18599 aufgebaut:

Lastprofil nach Ökodesign

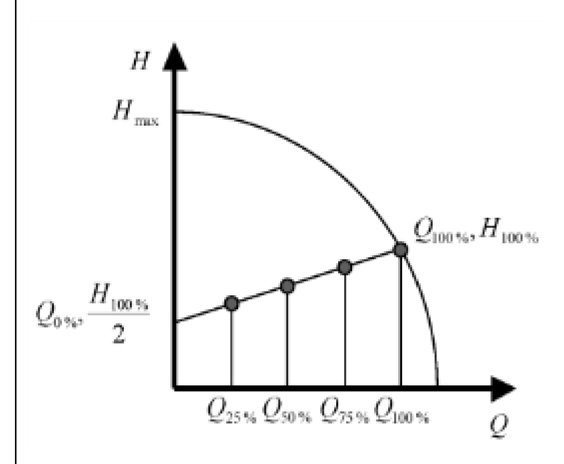


Abb. 18: Standard-Regelkurve bei Öko-Design/Europump

Quelle: Europäische Kommission 2009: 6 und Bidstrup et al. 2003: 14

Zeitanteil pro Betriebsdauer (Annahme: 5000h/a) in Prozent	in Stunden	Volumenstrom	Förderhöhe
6%	300 h	100%	100,00%
15%	750 h	75%	87,50%
35%	1750 h	50%	75,00%
44%	2200 h	25%	62,50%
Ganzes Jahr	Ganzes Jahr	gewichteter Durchschnitt	gewichteter Durchschnitt
100%	5000,0 h	46%	73%

Tab. 7: Verwendung der Ökodesign Lastverteilung als Randbedingung für Benchmarking

Quelle: Eigene Abbildung auf Basis Europäische Kommission 2009: 6 und Bidstrup et al. 2003: 14

Volumenstrom (100%: Auslegungspunkt)[120] [m³/h]

$$= \frac{\overbrace{\frac{100\%}{45,75\%} * \text{Heizwärmeverbrauch}\left[\frac{\text{kWh(Wärme)}}{\text{a}}\right] * \frac{a}{5000h}}^{\text{Maximale Heizleistung (Annahme: liegt vor, wenn Volumenstrom der Pumpe bei 100\%)}}}{\underbrace{1,16\,\frac{kWh(Wärme)}{m^3 * °K} * (Vorlauftemp.\,bei\,Vollast\,[K] - Rücklauftemp\,bei\,Vollast\,[K])}_{\text{Wärmekapazität pro m³ Wasser bei gegebener Temperaturspreizung}}}$$

Förderhöhe (100%: Auslegungspunkt)[121] [kPa] – nach DIN V 18599

$$= \left[0{,}13\,\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\,Geschosse + \overbrace{10\,[m]}^{\text{Anbindung Zweirohrheizung}}) + \underbrace{13\,kPa}_{\text{Einzelwiderstände Heizung und Wärmemengenzähler}}\right]$$

Hydraulische Leistung (100%: Auslegungspunkt)[122] [W] – nach DIN V 18599

$$= Volumenstom\ (100\%)\ \left[\frac{m^3}{h}\right] * Förderhöhe\ (100\%)[kPa] * 0{,}2778\,\frac{Pa * h}{kPa * s}$$

[120] Vgl. Europäische Kommission 2009: 6 und Bidstrup et al. 2003: 14 in Verbindung mit

[121] Vgl. DIN V 18599 Teil 5: 61f. in Verbindung mit DIN V 18599 Teil 1: 58f.

[122] Vgl. DIN V 18599 Teil 5: 60

Energie Performance Indicator der Hilfsgrenze (IX)

Im Zähler steht als Eingabeeinheit der angepasste Nenner gemäß EEI Ökodesign. Die Ausgabeeinheit ist die notwendige hydraulische Energie zur Heizwasserverteilung.

Gestaltung des EPI Hilfsgrenze (Anmerkung: resultierende Gleichung auf der Folgeseite)

$$= \frac{\begin{bmatrix} 1{,}7 * hydraulische\ Leistung\ im\ Auslegungspunkt + \\ 17 * \left(1 - e^{-3 * hydraulische\ Leistung\ im\ Auslegungspunkt}\right) \end{bmatrix} * 5000\ \frac{h}{a}}{\text{benötigter Volumenstrom} * \text{benötigte Förderhöhe} * \text{Zeitanteile (vereinfachte Schreibweise)}}$$

$$= \frac{\left[\begin{matrix} 1{,}7 * \left\{\begin{matrix} \mathbf{0{,}2778}\frac{Pa\ *\ h}{kPa\ *\ s} * \mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3 * °K}} * (\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K] - \boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K]) \\ * \left[0{,}13\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\ Geschosse + 10\ [m]) + 13\ kPa\right] \end{matrix}\right\} + \\ 17 * \left(1 - e^{-3 * \left\{\begin{matrix} \mathbf{0{,}2778}\frac{Pa * h}{kPa * s} * \mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3 * °K}} * (\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K] - \boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K]) \\ * \left[0{,}13\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\ Geschosse + 10\ [m]) + 13\ kPa\right] \end{matrix}\right\}}\right) \end{matrix}\right] * 5000\ \frac{h}{a}}{\left\{\begin{matrix} 300\frac{h}{a} * \mathbf{0{,}2778}\frac{Pa\ *\ h}{kPa\ *\ s} * \frac{\frac{\mathbf{100\%}}{\mathbf{45{,}75\%}} * \textbf{Heizwärmeverbrauch}\left[\frac{\textbf{kWh(Wärme)}}{\textbf{a}}\right] * \frac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{5000h}}}{\mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3 * °K}} * (\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K] - \boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K])} \\ * \left[0{,}13\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\ Geschosse + 10\ [m]) + 13\ kPa\right] \\ +750\frac{h}{a} * \mathbf{0{,}2778}\frac{Pa\ *\ h}{kPa\ *\ s} * 75\% * \frac{\frac{\mathbf{100\%}}{\mathbf{45{,}75\%}} * \textbf{Heizwärmeverbrauch}\left[\frac{\textbf{kWh(Wärme)}}{\textbf{a}}\right] * \frac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{5000h}}}{\mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3 * °K}} * (\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K] - \boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K])} \\ * 87{,}5\% * \left[0{,}13\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\ Geschosse + 10\ [m]) + 13\ kPa\right] \\ +1750\frac{h}{a} * \mathbf{0{,}2778}\frac{Pa\ *\ h}{kPa\ *\ s} * 50\% * \frac{\frac{\mathbf{100\%}}{\mathbf{45{,}75\%}} * \textbf{Heizwärmeverbrauch}\left[\frac{\textbf{kWh(Wärme)}}{\textbf{a}}\right] * \frac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{5000h}}}{\mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3 * °K}} * (\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K] - \boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K])} \\ * 75\% * \left[0{,}13\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\ Geschosse + 10\ [m]) + 13\ kPa\right] \\ +2200\frac{h}{a} * \mathbf{0{,}2778}\frac{Pa\ *\ h}{kPa\ *\ s} * 25\% * \frac{\frac{\mathbf{100\%}}{\mathbf{45{,}75\%}} * \textbf{Heizwärmeverbrauch}\left[\frac{\textbf{kWh(Wärme)}}{\textbf{a}}\right] * \frac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{5000h}}}{\mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3 * °K}} * (\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K] - \boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K])} \\ * 62{,}5\% * \left[0{,}13\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\ Geschosse + 10\ [m]) + 13\ kPa\right] \end{matrix}\right\}}$$

$$= \frac{\left[\begin{matrix} 1{,}7 * \left\{\begin{matrix} \mathbf{0{,}2778}\frac{Pa * h}{kPa * s} * \mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3 * °K}} * (\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K] - \boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K]) \\ * \left[0{,}13\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\ Geschosse + 10\ [m]) + 13\ kPa\right] \end{matrix}\right\} + \\ 17 * \left(1 - e^{-3 * \left\{\begin{matrix} \mathbf{0{,}2778}\frac{Pa * h}{kPa * s} * \mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3 * °K}} * (\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K] - \boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K]) \\ * \left[0{,}13\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\ Geschosse + 10\ [m]) + 13\ kPa\right] \end{matrix}\right\}}\right) \end{matrix}\right] * 5000\frac{h}{a}}{\left\{\begin{matrix} 0{,}2778\ \frac{Pa * h}{kPa * s} * \left(300\frac{h}{a} + 750\frac{h}{a} * 75\% * 87{,}5\% + 1750\frac{h}{a} * 50\% * 75\% * + 2200\frac{h}{a} * 25\% * 62{,}5\%\right) \\ * \frac{\frac{\mathbf{100\%}}{\mathbf{45{,}75\%}} * \textbf{Heizwärmeverbrauch}\left[\frac{\textbf{kWh(Wärme)}}{\textbf{a}}\right] * \frac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{5000h}}}{\mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3 * °K}} * (\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K] - \boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K])} \\ * \left[0{,}13\frac{kPa}{m} * (2 * Geb.länge + Geb.breite + 2 * mittl.Geschosshöhe * Anzahl\ Geschosse + 10\ [m]) + 13\ kPa\right] \end{matrix}\right\}}$$

EPI Hilfsgrenze

$$
=\frac{\left[\begin{array}{l}1{,}7*\left\{\begin{array}{l}\mathbf{0{,}2778}\frac{Pa*h}{kPa*s}*\mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3*°K}}*(\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K]-\boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K])\\ *\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*Geb.länge+Geb.breite+2*mittl.Geschosshöhe*Anzahl\ Geschosse+10\ [m])+13\ kPa\right]\end{array}\right\}+\\ 17*\left(1-e^{-3*\left\{\begin{array}{l}0{,}2778\frac{Pa*h}{kPa*s}*1{,}16\frac{kWh(Wärme)}{m^3*°K}*(Vorlauftemp.bei\ Vollast\ [K]-Rücklauftemp\ bei\ Vollast\ [K])\\ *\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*Geb.länge+Geb.breite+2*mittl.Geschosshöhe*Anzahl\ Geschosse+10\ [m])+13\ kPa\right]\end{array}\right\}}\right)\end{array}\right]*5000\,\frac{h}{a}}{\mathbf{0{,}2778}\frac{Pa*h}{kPa*s}*\left\{\begin{array}{c}\dfrac{\frac{100\%}{45{,}75\%}*\text{Heizwärmebedarf}\left[\frac{\text{kWh(Wärme)}}{\text{a}}\right]*\frac{a}{5000h}}{1{,}16\frac{kWh(Wärme)}{m^3*°K}*(Vorlauftemp.bei\ Vollast\ [K]-Rücklauftemp\ bei\ Vollast\ [K])}\\ *\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*Geb.länge+Geb.breite+2*mittl.Geschosshöhe*Anzahl\ Geschosse+10\ [m])+13\ kPa\right]\end{array}\right\}*1792\frac{h}{a}}
$$

Energie Performance Indicator der Benchmarking-Grenze X: Bereitstellung hydraulischer Energie (Heizungspumpen) – nur für die Benchmark benötigt

Im Zähler steht als Eingabeeinheit der benötigte elektrische Energieverbrauch der Pumpe. Die Ausgabeeinheit ist der angepasste Nenner gemäß EEI Ökodesign.

EPI Heizungspumpen − abgestimmt auf Ökodesign

$$
=\frac{elektrischer\ Energieverbrauch\ der\ Pumpe\ pro\ Jahr\ \left[\frac{\text{kWh(end)}}{a}\right]}{\left[\begin{array}{l}1{,}7*\left\{\begin{array}{l}\mathbf{0{,}2778}\frac{Pa*h}{kPa*s}*\mathbf{1{,}16}\frac{\boldsymbol{kWh(Wärme)}}{\boldsymbol{m^3*°K}}*(\boldsymbol{Vorlauftemp.bei\ Vollast}\ [K]-\boldsymbol{Rücklauftemp\ bei\ Vollast}\ [K])\\ *\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*Geb.länge+Geb.breite+2*mittl.Geschosshöhe*Anzahl\ Geschosse+10\ [m])+13\ kPa\right]\end{array}\right\}+\\ 17*\left(1-e^{-3*\left\{\begin{array}{l}0{,}2778\frac{Pa*h}{kPa*s}*1{,}16\frac{kWh(Wärme)}{m^3*°K}*(Vorlauftemp.bei\ Vollast\ [K]-Rücklauftemp\ bei\ Vollast\ [K])\\ *\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*Geb.länge+Geb.breite+2*mittl.Geschosshöhe*Anzahl\ Geschosse+10\ [m])+13\ kPa\right]\end{array}\right\}}\right)\end{array}\right]*5000\,\frac{h}{a}}
$$

Energie Performance Indicator der Benchmarking-Grenze XI: Heizwasserverteilung

Wenn sowohl die Heizwasserverteilung (Rohrleitungen) als auch die Bereitstellung hydraulischer Energie (Heizungspumpen) als gemeinsamer Prozess im Benchmarking betrachtet werden, sind die beiden Energy Performance Indicators der Teilsysteme zu multiplizieren.

EPI Heizwasserverteilung [kWh(elektr.)/kWh(hyd)]

$$
=\frac{elektrischer\ Energieverbrauch\ der\ Pumpe\ pro\ Jahr\ \left[\frac{\text{kWh(end)}}{a}\right]}{\mathbf{0{,}2778}\frac{Pa*h}{kPa*s}*\left\{\begin{array}{c}\dfrac{\frac{100\%}{45{,}75\%}*\text{Heizwärmebedarf}\left[\frac{\text{kWh(Wärme)}}{\text{a}}\right]*\frac{a}{5000h}}{1{,}16\frac{kWh(Wärme)}{m^3*°K}*(Vorlauftemp.bei\ Vollast\ [K]-Rücklauftemp\ bei\ Vollast\ [K])}\\ *\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*Geb.länge+Geb.breite+2*mittl.Geschosshöhe*Anzahl\ Geschosse+10\ [m])+13\ kPa\right]\end{array}\right\}*1792\frac{h}{a}}
$$

6.4.5 Integration von Korrekturen in den EPI

Die unterschiedlichen Differenzen zwischen Vor- und Rücklauftemperatur im Heizsystem, die unterschiedlichen Gebäudegrößen wurden bereits bei der Entwicklung des EPI einbezogen, da die DIN V 18599 direkt anwendbare Rechenwege liefert. Das Jahreslastprofil für Heizungsumwälzpumpen innerhalb der Betriebszeit wurde aus Ökodesign übernommen. Die Gesamtbetriebszeit wurde mit 5000 Stunden pro Jahr angenommen. Die Veränderung des notwendigen Volumenstroms und der Förderhöhe im Jahresverlauf wurde ebenfalls auf Basis von Ökodesign nachvollzogen. Es wurden keine weiteren Korrekturen vorgenommen.

6.4.6 Sicherstellung der Vertraulichkeit

Damit der Koordinator die Möglichkeit hat, die Benchmarking-Beteiligten zu kontaktieren, sollten diese bei der Dateneingabe eine E-Mail Adresse hinterlegen. Ferner soll die Hinterlegung von Kontaktinformationen verhindern, dass Doppeleingaben vorgenommen werden. Nur der Koordinator soll die Datenpunkte den konkreten Adressen zuordnen können. Nichtsdestotrotz müssen die Kontaktdaten grundsätzlich online hinterlegt sein. Um das System vor online-Attacken zu schützen, sollten die gängigen Sicherheitsstandards eingehalten werden, die für Datenbanksysteme gelten. Es wird empfohlen, sich an den Sicherheitsstandards des BESS-Projekts zu orientieren. Bei der Auswertung der Ergebnisse sollten alle Datenpunkte anonymisiert werden.

6.4.7 Eindeutige und verständliche Datenabfrage im Fragebogen

Die Datenabfrage sollte sich auf die Benchmarking-Grenze XI beschränken (Die Benchmarking-Grenzen IX und X sind nur für die Bestimmung der Benchmark notwendig). Für die Benchmarking-Grenze XI: Wärmeverteilung sind folgende Nutzereingaben notwendig:

- E-Mail Adresse (informativ)
- Nutzungsart des Gebäudes (Drop-Down Auswahlliste, informativ)
- Jahr, auf das sich die Dateneingabe bezieht (informativ)
- Elektrischer Energieverbrauch der Pumpe pro Jahr (elektrischer Strom)
- Heizwärmeverbrauch pro Jahr (aus Ablesung Wärmemengenzähler)
- Gebäudelänge (längere Gebäudeseite)
- Gebäudebreite (kürzere Gebäudeseite)
- Mittlere Geschosshöhe
- Anzahl der beheizten Geschosse
- Vorlauf- und Rücklauftemperatur bei Volllast

6.4.8 Prüfung der Eingabedaten auf Plausibilität und Verlässlichkeit

Die Plausibilitätsprüfung der Eingabedaten kann weitgehend automatisiert erfolgen. Dazu sollten im System obere und untere Grenzwerte für die EPIs festgelegt werden. Liegt ein EPI nicht innerhalb der festgelegten Grenzwerte, sollte der Koordinator Kontakt mit dem Nutzer aufnehmen und um Korrektur der Eingabe bitten. Reagiert der Nutzer nicht, sollte der Datenpunkt gelöscht werden.

6.4.9 Aussagekräftige Auswertung und Berechnung der Benchmark

Die Auswertung der Ergebnisse sollte anhand einer Benchmarking-Kurve erfolgen. Außerdem sollte die Gebäudenutzungsart gekennzeichnet werden. Im Folgenden wird die Energieverbrauchskennzeichung (bester EEI) nach Ökodesign auf die EPIs angewendet.

EEI nach Ökodesign[123] - Umformung

$$=\frac{0{,}2}{0{,}49}=\frac{\text{gewichtete elektr. Leistungsaufnahme der Pumpe}}{1{,}7*\text{hydraulische Leistung}(\text{bei } Q,H=100\,\%)+17*\left(1-e^{-3*\text{hydraulische Leistung (bei } Q,H=100\,\%)}\right)}$$

$$=\frac{\text{elektrischer Energieverbrauch der Pumpe pro Jahr}\left[\frac{\text{kWh(end)}}{a}\right]}{\left[1{,}7*\left\{0{,}2778\frac{Pa*h}{kPa*s}*1{,}16\frac{kWh(\text{Wärme})}{m^3*°K}*(\text{Vorlauftemp. bei Vollast }[K]-\text{Rücklauftemp bei Vollast }[K])*\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*\text{Geb.länge}+\text{Geb.breite}+2*\text{mittl.Geschosshöhe}*\text{Anzahl Geschosse}+10\,[m])+13\,kPa\right]\right\}+17*\left(1-e^{-3*\left\{0{,}2778\frac{Pa*h}{kPa*s}*1{,}16\frac{kWh(\text{Wärme})}{m^3*°K}*(\text{Vorlauftemp. bei Vollast }[K]-\text{Rücklauftemp bei Vollast }[K])*\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*\text{Geb.länge}+\text{Geb.breite}+2*\text{mittl.Geschosshöhe}*\text{Anzahl Geschosse}+10\,[m])+13\,kPa\right]\right\}}\right)\right]*5000\,\frac{h}{a}}$$

Für die hydraulische Leistung wurden die bereits verwendeten Terme (DIN V 18599) eingesetzt. Es wurde mit 5000 Betriebsstunden pro Jahr erweitert, um im Zähler den elektrischen Energieverbrauch zu erhalten.

Benchmark für EPI Heizungspumpen – abgestimmt auf Ökodesign $\left[\frac{kWh(elektr.)}{\left(kW(hyd)+e^{kW(hyd)}\right)*h}\right]$

$$=\frac{0{,}2}{0{,}49}=\mathbf{0{,}41}$$

Benchmark für EPI Heizwasserverteilung [kWh(elektr.)/kWh(hydr.)]

Die Benchmark für das Gesamtsystem ergibt sich aus dem Produkt zwischen der „Benchmark für EPI Heizungspumpen – abgestimmt auf Ökodesign“ und dem EPI der Hilfsgrenze:

$$=\frac{0{,}41*\left[1{,}7*\left\{0{,}2778\frac{Pa*h}{kPa*s}*1{,}16\frac{kWh(\text{Wärme})}{m^3*°K}*(\text{Vorlauftemp. bei Vollast }[K]-\text{Rücklauftemp bei Vollast }[K])*\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*\text{Geb.länge}+\text{Geb.breite}+2*\text{mittl.Geschosshöhe}*\text{Anzahl Geschosse}+10\,[m])+13\,kPa\right]\right\}+17*\left(1-e^{-3*\left\{0{,}2778\frac{Pa*h}{kPa*s}*1{,}16\frac{kWh(\text{Wärme})}{m^3*°K}*(\text{Vorlauftemp. bei Vollast }[K]-\text{Rücklauftemp bei Vollast }[K])*\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*\text{Geb.länge}+\text{Geb.breite}+2*\text{mittl.Geschosshöhe}*\text{Anzahl Geschosse}+10\,[m])+13\,kPa\right]\right\}}\right)\right]*5000\,\frac{h}{a}}{0{,}2778\frac{Pa*h}{kPa*s}*\left\{\frac{\frac{100\%}{45{,}75\%}*\text{Heizwärmebedarf}\left[\frac{\text{kWh(Wärme)}}{\text{a}}\right]*\frac{a}{5000h}}{1{,}16\frac{kWh(\text{Wärme})}{m^3*°K}*(\text{Vorlauftemp. bei Vollast }[K]-\text{Rücklauftemp bei Vollast }[K])}*\left[0{,}13\frac{kPa}{m}*(2*\text{Geb.länge}+\text{Geb.breite}+2*\text{mittl.Geschosshöhe}*\text{Anzahl Geschosse}+10\,[m])+13\,kPa\right]\right\}*1792\frac{h}{a}}$$

[123] Vgl. Europäische Kommission 2009 : 6f.

6.4.10 Transparente Berichterstattung

Die Berichterstattung sollte insbesondere alle Schwachstellen und Unschärfen des Benchmarking aufgreifen und genau beschreiben, wie die Benchmarks berechnet wurden. Verweise zu Ökodesign und der DIN V 18599 sind anzugeben sowie alle zugrunde liegenden Rechenwege.

Unschärfen im Benchmarking:

- Es wurde angenommen, dass eine Heizungsumwälzpumpe 5.000 Stunden pro Jahr arbeitet und für diesen Zeitraum dem Lastprofil für Heizungsumwälzpumpen nach Ökodesign folgt (standardisierter Wert). Die Notwendigkeit einer Annahme und der Verwendung des Standardlastprofils nach Ökodesign stellen Unschärfen dar, welche die Ergebnisse im Benchmarking stark verfälschen.

- Zur Berechnung des Volumenstroms im Auslegungspunkt werden Daten zur maximalen Heizleistung benötigt. Es wird angenommen, dass die Heizleistung dann maximal ist, wenn die Pumpe auf Volllast arbeitet. Auf Basis dieser Annahme wird das Lastprofil für Heizungsumwälzpumpen nach Ökodesign auf den jährlichen Heizenergieverbrauch angewendet, um die die maximale Heizleistung zu ermitteln. Da es sich beim Ökodesign Lastprofil um standardisierte Durchschnittswerte handelt, die die individuelle Verteilung des Heizwärmebedarfs über das Jahr nicht individuell abbilden können, entstehen weitere Unschärfen.

- Die notwendige Förderhöhe im Auslegungspunkt wurde mit den vereinfachten Rechenwegen nach DIN V 18599 auf Basis der Gebäudeabmessungen bestimmt. Die Gebäudeabmessungen können aber nur ungefähre Näherungswerte für die benötigte Förderhöhe bieten, da diese u.a. entscheidend vom Innendurchmesser der Rohre abhängt. Es kann nicht berücksichtigt werden, ob bei den verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten laminare oder turbulente Strömung vorliegt. Ferner ist die Verwendung des Ökodesign-Lastprofils bzgl. der Bestimmung der Förderhöhe im Teillastfall fraglich. Es ergeben sich weitere Unschärfen.

- Einzelwiderstände wurden nur insofern berücksichtigt, als dass Richtwerte für Heizung und Wärmemengenzähler aus DIN V 18599 übernommen wurden. Sind weitere Armaturen verbaut, führt dies zu Unschärfen.

- Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das verwendete europaweit einheitliche Standard-Lastprofil für Umwälzpumpen aus Ökodesign das Lastprofil in Deutschland hinreichend genau abbildet.

6.4.11 Einschätzungen zum Benchmarking

Da sich das Benchmarking nur auf das Gesamtsystem Heizwasserverteilung beziehen kann, ist keine Aussage darüber möglich, ob Energieeffizienzpotentiale eher der Heizungsumwälzpumpe oder eher dem Verteilnetz zuzuschreiben sind.

Selbst unter der Einschränkung, dass Wärmemengenzähler vorhanden sind, müssen zahlreiche Richtwerte verwendet werden. Da diese in den Berechnungen miteinander kombiniert werden, ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Benchmarking unrealistische Ergebnisse liefert, zu hoch. Es eignet sich nicht für die Praxis.

6.5 Fazit: Benchmarking einzelner Prozesse und Prozessketten

Im Rahmen der Untersuchungen konnten Vorgehensweisen für onlinebasiertes Benchmarking von ausgewählten Prozessen und Prozessketten beschrieben und exemplarisch die Schwierigkeiten bei der Berechnung demonstriert werden. Dabei wurden Unschärfen aufgezeigt. Einzelne Schwierigkeiten werden im Folgenden diskutiert, um Lerneffekte bzgl. Benchmarking für andere Prozesse zu ermöglichen.

6.5.1 Verwendung von Benchmarks aus Literaturangaben

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die Benchmarks nicht im Benchmarking selbst ermittelt, sondern auf Basis von Ökodesign berechnet. Dabei besteht das grundsätzliche Problem, dass Energieeffizienzklassen bei Ökodesign unter einheitlichen Laborbedingungen gemessen werden. Der Anwendungsfall in der Praxis weicht von diesen Systemgrenzen ab. Dadurch stimmt die Benchmarking-Grenze zwischen den Benchmarks nach Ökodesign nicht hinreichend mit den Anlagen im Benchmarking überein. Wird eine Benchmark nicht im Benchmarking selbst ermittelt, muss ihre Übereinstimmung mit der Benchmarking-Grenze sichergestellt werden oder die Abweichungen müssen genau nachvollzogen und entsprechend ausgeblendet werden.

6.5.2 Datenabfrage zum Zähler und Nenner des Energie Performance Indicators

Der Energie Performance Indicator drückt den spezifischen Energieverbrauch aus. Der Energieeinsatz wird dem Nutzen gegenübergestellt, der innerhalb eines Prozesses erzeugt wird. Die Qualität des Indikators ist von der treffenden Definition der Ausgabe- und Eingabeeinheiten abhängig sowie von der Genauigkeit der Datenerfassung.

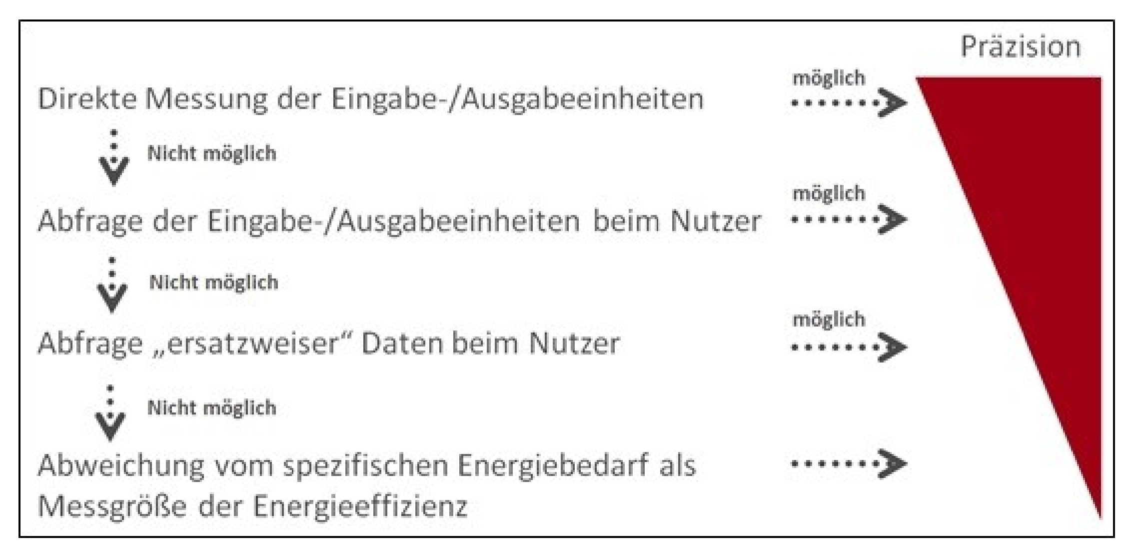


Abb. 19: Auswirkungen der Datenerhebnungsmethode auf die Präzision im Benchmarking (vereinfacht)

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

- Direkte Messung der Eingabe-/ Ausgabeeinheiten

Optimal für eine genaue und umfassende Datenabfrage ist die direkte Messung. Für die Gestaltung des Energy Performance Indicators sind, wenn die Benchmarking-Grenze keine Abweichungen zulässt, keine umfassenden Berechnungen notwendig. Es werden einfache Verhältniszahlen zwischen Energieeinsatz und dem erzeugten Nutzen gebildet. Die hier für den Online-Einsatz exemplarisch entwickelten Benchmarkingsysteme können Daten, die für den Energy Performance Indicator benötigt werden, nur teilweise durch Messung ermitteln.

- Abfrage der Eingabe-/ Ausgabeeinheiten beim Nutzer

Mangels der Möglichkeit zur Messung greift das Benchmarking auf Nutzereingaben zurück. Die Herkunft und Genauigkeit der Daten, die den Nutzereingaben in onlinebasierten Benchmarking-Systemen zugrunde liegen, sind – wie der Nutzer selbst – unbekannt. Das Vorhandensein von Messtechnik kann bis auf Stromzähler, Gaszähler etc. ebenso wenig vorausgesetzt werden wie die korrekte Ablesung durch den Nutzer. Die Datengenauigkeit ist ungewiss.

- Abfrage „ersatzweiser" Daten beim Nutzer

Bei der Entwicklung der Benchmarking-Systeme für Raumwärmeerzeugung, -bewahrung und Wärmeverteilung werden Angaben zum Nutzwärmebedarf benötigt. Da das Vorhandensein von Wärmemengenzählern und die Kenntnis der Nutzer zum Nutzwärmebedarf zunächst nicht vorausgesetzt wurde, wurde stattdessen der klimabereinigte, spezifische Heizwärmebedarf aus Energiebedarfsausweisen abgefragt und unter Verwendung der aktuellen Klimafaktoren sowie einer Abfrage zur Gebäudenutzfläche auf den Nutzwärmebedarf zurückgerechnet. Dieses Vorgehen impliziert bereits eine Korrektur und ist ungenau, weil Klimafaktoren pauschalisiert sind und die Daten aus Energieausweisen Momentaufnahmen darstellen, die zudem standardisierte Nutzerprofile unterstellen. In einer Überarbeitung des Kapitels wurde aufgrund dieser Problematik das Vorhandensein von Wärmemengenzählern eingefordert.

- Abweichung vom spezifischen Energieverbrauch als Messgröße der Energieeffizienz

Im Falle der Kühlgeräte konnte die eigentlich geeignete Bezugsgröße (Masse der in einem Kühlgerät gekühlten Stoffe unter Berücksichtigung der Wärmekapazität, Anfangstemperatur) mangels Messbarkeit der Daten nicht verwendet werden. Alternativ wurde das maximale Füllvolumen des Kühlmöbels zugrunde gelegt. Diese Bezugsgröße drückt nicht hinreichend genau den Nutzen Lebensmittelkühlung aus und unterstellt gleichartige Befüllung. Im Falle der Beleuchtung musste auf eine Betrachtung der installierten Leistung ausgewichen werden, da die Nutzenergie Licht nicht abgefragt werden konnte und keine praktikable "zweitbeste" energiebezogene Bezugsgröße zur Verfügung steht. Auf die installierte Leistung bezogene Vergleiche sind für Benchmarking ungeeignet, weil sie keine Aussage zur Energieeffizienz im praktischen Anwendungsfall liefern können.

6.5.3 Herstellung der Vergleichbarkeit mit Korrekturfaktoren

Korrekturen sind genau, wenn die zu korrigierenden Abweichungen von den Benchmarking-Grenzen genau nachvollzogen werden können. Im Optimalfall kann auf Korrekturen durch die genaue Übereinstimmung aller verglichenen Prozesse mit der definierten Benchmarking-Grenze (Eingabe- und Ausgabeeinheiten, Grundbedingungen) ganz verzichtet werden. Wenn Korrekturen vorgenommen werden sollen, bieten sich folgende Alternativen:

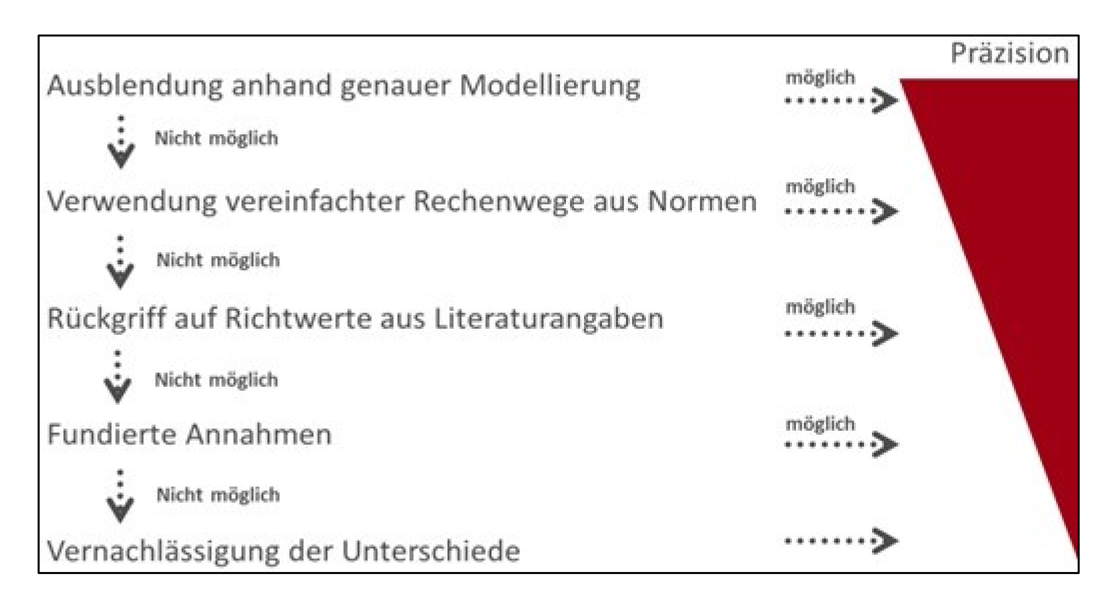


Abb. 20: Auswirkungen der Methode der Korrektur auf die Präzision im Benchmarking (vereinfacht)

Quelle: eigene Abbildung (adelphi)

- Ausblendung anhand genauer Modellierung

Korrekturen sind dann am genauesten, wenn die zu korrigierenden Unterschiede genau erfasst und deren Auswirkungen auf den Energieeinsatz auf Basis einer genauen Modellierung nachvollzogen werden können. Im entwickelten Benchmarking-System für die Heizwärmebereitstellung wurde der Energieexport eines BHKW auf Basis einer sehr einfachen Modellierung individuell nachvollzogen und bereinigt. Je nach Anwendungsfall können Modellierungen sehr komplex werden (z.B. wenn im entwickelten Benchmarking-System zur Heizwasserverteilung der Druckverlust im Verteilnetz nicht auf Basis der Gebäudeabmessungen, sondern auf Basis der Hydromechanik bestimmt worden wäre).

- Verwendung vereinfachter Rechenwege aus Normen

Können Unterschiede nicht auf einfachem Weg modelliert werden und Ressourcen für komplexe Modellierungen nicht bereitgestellt werden, kann in vielen Fällen auf vereinfachte Berechnungsverfahren aus Normen zurückgegriffen werden. Im entwickelten Benchmarking-System zur Beleuchtung wurde etwa das vereinfachte Wirkungsgradverfahren der DIN V 18599 angewendet. Als Alternative zu einer Modellierung des Verteilnetzes im Benchmarking zur Heizwasserverteilung wurde ebenfalls auf vereinfachte Rechenwege der DIN 18599 aufgebaut. Die Verwendung vereinfachter Berechnungsverfahren schließt bereits die Verwendung von Richtwerten ein, diese sind aber allgemein zur Verwendung akzeptiert.

- Rückgriff auf Richtwerte aus Literaturangaben

In einigen Fällen musste zur Korrektur auf Richtwerte aus Literaturangaben zurückgegriffen werden (z. B. Lastprofil für Heizungspumpen aus Ökodesign). Richtwerte sind letztlich Durchschnittswerte, die vom individuellen Praxisfall abweichen.

- Fundierte Annahmen

Sind keine Richtwerte aus Literaturangaben verfügbar, besteht die Möglichkeit, Annahmen zu treffen. Diese sollen fundiert sein, also z. B. auf Erfahrungswerten und fachlicher Expertise beruhen. Dieser Ansatz wurde beim Benchmarking-System zur Heizwasserverteilung bzgl. der jährlichen Betriebszeit von Heizungsumwälzpumpen gewählt. Annahmen sind die schlechtmöglichste Grundlage zur Korrektur von Unterschieden.

- Vernachlässigung der Unterschiede

In zahlreichen Fällen konnte weder auf Daten beim Nutzer zurückgegriffen, noch auf seriöse Richtwerte ausgewichen oder auf Annahmen aufgebaut werden. In solchen Fällen wurde auf die Berücksichtigung des individuellen Falles verzichtet und Homogenität unterstellt. Bei der Benchmarking-Grenze Gebäude trifft das z. B. auf die internen Wärmegewinne zu. Im Falle der Kühlmöbel wurden Unterschiede bei der Umgebungstemperatur nicht berücksichtigt.

6.5.4 Potentiale für Benchmarking einzelner Prozesse

Innerhalb der entwickelten Benchmarking-Systeme kann nur dem Ansatz für Raumwärmeerzeugung und –bewahrung, der abgesehen von der Witterungskorrektur ganz ohne Richtwerte auskommt, Praxistauglichkeit bescheinigt werden. Bei allen anderen hier entwickelten Systemen mussten zu viele Richtwerte verwendet und Annahmen getroffen werden, als das die Ergebnisse aussagekräftig wären. In einigen Fällen war bereits die Beurteilung anhand des spezifischen Energieverbrauchs nicht möglich.

Die Eignung von Benchmarking von Prozessen als Instrument zur Identifikation von Energieeffizienzpotentialen hängt in erster Linie von der zur Verfügung stehenden Messtechnik ab, mit der die Eingabe- und Ausgabeeinheiten der Benchmarking-Grenze genau und vollständig erfasst werden können. Wenn das Benchmarking eine große Anzahl von Prozessen aus unterschiedlichen Regionen vergleichen soll, ist eine individuelle messtechnische Untersuchung vor Ort durch Experten aber zu kostspielig. Für breit angelegtes, genaues und kosteneffizientes Benchmarking sollte die Datenerfassung mit permanent installierten, automatisierten Messsystemen erfolgen, die sich aus der Ferne auslesen lassen. Ein großer Vorteil der Nutzung permanent installierter Messsysteme wäre, dass auch das Benchmarking permanent erfolgen und ständig aktualisierte Ergebnisse liefern kann (kein Veralten des Datenmaterials). Diese Messsysteme müssen z. T. erst noch entwickelt werden.

Benchmarking auf Ebene des einzelnen Prozesses in Anlagen hat das Potential, ein mächtiges Instrument zur zielsicheren und unkomplizierten Identifikation von Energieeffizienzpotentialen zu werden. Die Voraussetzung dafür ist die Verfügbarkeit automatisierter Messsysteme zur genauen Erfassung aller benötigter Daten.[124]

[124] Dieser Aspekt wurde im Fachgespräch umfassend erört, (vgl. dazu Anhang I)

7 Methodische Grundlagen für Energieeffizienz-Benchmarking auf Unternehmensebene

Im Folgenden werden Empfehlungen zum Benchmarking in 30 Branchen aus Industrie und Gewerbe gegeben und bereits vorhandene Referenzwerte für Benchmarks gesammelt. Die Werte sind aus Literaturangaben übernommen, es wurden keine Primärdaten erhoben.

Eine Prüfung der Verlässlichkeit des vorhandenen Datenmaterials war im Rahmen der Studie nicht möglich. Die Werte bieten eine erste Orientierungsmöglichkeit zur Einschätzung der Energieeffizienz verschiedener Produktionsprozesse, sie sind aber nicht als Grundlage für Zielvorgaben geeignet.

NACE 4 Steller / Gewerbezweige	**Branche**
A 10	Maler und Lackierer (hier nur Lackierer)
A 13	Metallbauer
A 20	Kraftfahrzeugtechniker
A 27	Tischler
A 30	Bäcker
A 32	Fleischer
A 38	Friseure
B1 40	Buchdrucker: Schriftsetzer; Drucker nach "Handwerkszählung 2008"
B1 31	Textilreiniger
G 47.11	Einzelhandel mit Waren verschiedener Art, Hauptrichtung Nahrungs- und Genussmittel, Getränke und Tabakwaren (Lebensmittelhandel)
G 46.39	Großhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakwaren, ohne ausgeprägten Schwerpunkt
I 55.10	Hotels, Gasthöfe und Pensionen
I 56.10	Restaurants, Gaststätten, Imbissstuben, Cafés, Eissalons u. Ä.
	Bürobetriebe
Q 86.10	Krankenhäuser

Tab. 8: Auswahl der Gewerbebranchen

Quelle: eigene Abbildung (Österreichische Energieagentur) auf Basis NACE 2008

NACE 4 Steller	Branche
C 10.13	Fleischverarbeitung (ohne Schlachten)
C 10.31	Kartoffelverarbeitung
C 10.32	Herstellung von Frucht- und Gemüsesäften
C 10.41	Herstellung von Ölen und Fetten (ohne Margarine u. ä. Nahrungsfette)
C 10.51	Milchverarbeitung (ohne Herstellung von Speiseeis)
C 10.61	Mahl- und Schälmühlen
C 10.71	Herstellung von Backwaren (ohne Dauerbackwaren)
C 10.91	Herstellung von Futtermitteln für Nutztiere
C 11.05	Herstellung von Bier
C 16.10	Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke
C 16.23	Herstellung von sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz
C 21.1	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
C 22.21	Herstellung von Platten, Folien, Schläuchen und Profilen aus Kunststoffen
C 23.11	Herstellung von Flachglas
C 23.13	Herstellung von Hohlglas

Tab. 9: Auswahl der Industriebranchen

Quelle: eigene Abbildung (Österreichische Energieagentur) auf Basis NACE 2008

Die Festsetzung der Benchmarking-Grenze orientiert sich an der Klassifizierung der Handwerksbetriebe nach den Anhängen der Handwerksordnung[125], dem NACE[126] Code und nach weiteren Einteilungen wie etwa Mitarbeiterzahl, Produktklassen oder Produktionsmengen.

Bei der Klasse „A“ in der Tabelle über die Gewerbebranchen handelt es sich um ein zulassungspflichtiges Handwerk nach Anlage A der Handwerksordnung. Die Klasse „B1“ ist ein zulassungsfreies Handwerk laut Anlage B, Abschnitt 1 der Handwerksordnung.

Die Industriebranchen werden nach den NACE Code 4-Stellern eingeteilt. Die Gestaltung der Benchmarking-Grenze erfolgt anhand dieser Codes. Eine mögliche Verdichtung der

[125] Gesetz zur Ordnung des Handwerks (Handwerksordnung)

[126] Vgl. NACE Code 2008

Betriebe zu kleineren homogenen Benchmarking-Gruppen könnte auch anhand der Produktklassifizierungen (PRODCOM) vorgenommen werden. So könnte man etwa Betriebe, die ein bestimmtes Produkt oder eine Produktgruppe (z. B. Weichkäse) erzeugen, in einer Benchmarking-Gruppe zusammenschließen. Oder es könnten, wie im BESS-Projekt, Korrekturfaktoren für die Energieintensität einzelner Produkte entwickelt werden, um den Vergleich zwischen Betrieben mit sehr unterschiedlichem Produktmix anhand einer „angepassten Produktion“ zu ermöglichen.

PRODCOM[127] ist ein System zur Sammlung und Verbreitung von Statistiken über die Produktion von Gütern. Der Begriff leitet sich aus der französischen Version "PRODuction-COMmunautaire" (Gemeinschaftliche Produktion) für Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden und Herstellung von Waren ab: Sektionen B und C der Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Union (NACE 2).

Die PRODCOM-Produktionsstatistiken basieren auf der als PRODCOM-Liste bezeichneten Produkt-Klassifikation, die etwa 4.500 Güterkategorien beinhaltet. Die Produkte sind nach einem 8-stelligen Schlüssel geordnet:

- Die ersten vier Stellen beziehen sich auf die Wirtschaftsklasse der NACE-Klassifikation, der das produzierende Unternehmen normalerweise zugeordnet ist. Die ersten sechs Stellen beziehen sich auf die CPA Klassifikation.
- Die restlichen Stellen grenzen das Produkt näher ein.
- Die meisten Güter entsprechen einer oder mehreren zusammengefassten Güterarten der Kombinierten Nomenklatur (KN), aber einige (meistens industrielle Dienstleistungen) werden von der Kombinierten Nomenklatur nicht erfasst.

In den folgenden Kapiteln werden zuerst die Herangehensweisen bei Gewerbebranchen und anschließend bei Industriebranchen beschrieben.

Dabei werden für jede Branche, je nach Verfügbarkeit, folgende Punkte der Norm herausgearbeitet:

- Empfehlung zur Auswahl der Betriebe, die am Benchmarking teilnehmen können; Festsetzen der Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligten
- Empfehlung zur Festsetzung der Benchmarking-Grenze
- Energiekennzahlen aus bestehenden Benchmarking-Projekten für die einzelnen Branchen und daraus abgeleitet
- Empfehlung zur weiteren Analyse geeigneter Energy Performance Indicators (Spezifischer Energieverbrauch)
- Besonderheiten bei der Datenerhebung

Der Unterschied von Benchmarkingsystemen für Gewerbebetriebe und für Industriebetriebe liegt oft in der Zielsetzung und damit verbunden im vorhandenen bzw. zur Verfügung zu stellenden Budget.

Für Gewerbebranchen ist ein Benchmarkingsystem ein geeignetes, oft eingesetztes Instrument zur Bewusstseinsbildung und als erster Einstieg in das Thema Energieeffizienz ge-

[127] Vgl. EUROSTAT

dacht. Ziel der Entwicklung eines Benchmarkingsystems für gewerbliche Betriebe ist es, allen Betrieben der jeweiligen Branche die Möglichkeit zu bieten, ihren spezifischen Energieverbrauch mit dem spezifischen Energieverbrauch von „Branchenkollegen“ zu vergleichen, und dadurch eine Einschätzung der eigenen Effizienz zu erhalten. Die Eingabe der Daten für das Benchmarking soll für diesen Zweck sehr einfach und das Benchmarking rasch durchführbar sein. Der Nutzen, den die Betriebe aus einem Benchmarkingsystem ziehen, soll den Aufwand zur Erstellung der Benchmarks übersteigen. Wichtig ist, wie bereits in Kapitel 2 beschrieben, dass den Benchmarking-Beteiligten klar erläutert wird, was sie vom Benchmarkingsystem erwarten können und was nicht.

Ein Benchmarkingsystem für Industriebranchen kann neben der Bewusstseinsbildung auch mit Verpflichtungen oder Anreizsystemen verknüpft sein. Werden etwa Einsparvorgaben aufgrund von Benchmarks vorgenommen, muss in die Entwicklung der Benchmarks und in die Überprüfung der angegebenen Daten wesentlich mehr Zeit und Geld investiert werden. Dazu sollte jeweils anhand einer Pilotstudie bestimmt werden, welche Faktoren den Energieverbrauch am stärksten beeinflussen. Ist es die Produktionsmenge, die Größe der Betriebsfläche, die Anzahl der Mitarbeiter oder die Menge der verarbeiteten Rohstoffe?

Obwohl Kennzahlen, die monetäre Größen in Bezug zum Energieverbrauch setzen, weit verbreitet sind, sind sie als Energy Performance Indicators, die eine klare Aussage zur Entwicklung der Energieeffizienz liefern, nicht geeignet, da die Veränderung dieser Kennzahlen vielfach nicht auf einer geänderte Energieintensität sondern auf Veränderungen in den Kosten von beispielsweise Rohstoffen beruht. Sie haben daher keine Aussagekraft für die Energieeffizienz.

Im Folgenden wird daher auf solche Kennzahlen verzichtet. Für die Entwicklung von Benchmarking-Gruppen können jedoch die Angaben von monetären Zahlen wie etwa der Umsatz interessant sein. Dazu genügt es auch schon “Umsatzklassen” abzufragen. So brauchen Betriebe nicht ihren genauen Umsatz bekannt zu geben, sondern lediglich anzukreuzen, in welche Umsatzklasse sie fallen.

7.1 Empfehlungen zur Erhebung des Energieverbrauchs innerhalb der Benchmarking-Grenzen

Wie viel Energie hat der Betrieb im Benchmarking-Zeitraum innerhalb der Benchmarking-Grenze verbraucht?

Wie schon im Kapitel zum Benchmarking einzelner Prozesse und Prozessketten herausgearbeitet wurde, kann sich beim heutigen Stand der Technik ein rein onlinebasiertes Benchmarking, das allein auf der Dateneingabe durch die Nutzer beruht, nur auf die Benchmarking-Grenze „der ganze Produktionsprozess im Unternehmen“ beziehen, da den Nutzern kaum andere Informationen als die Energierechnungen und Angaben zu den Produktionsmengen vorliegen.

Wichtig ist, dass nur der Anteil des Energieverbrauchs in das Benchmarking einfließen darf, der der zuvor festgelegten Benchmarking-Grenze zugeordnet werden kann. Bezieht ein Betrieb z. B. Energie, die er dann zum Teil weiterverkauft oder an einen eigenen Standort weiterleitet, so muss sichergestellt werden, dass diese Energiemenge vom Energieverbrauch, der für das Benchmarking angegebenen wird, abgezogen wird.

Beispiel 1: Ein Industriebetrieb hat mehrere Betriebsgebäude an einem Standort. Das Gebäude, in dem sich die Hauptproduktion befindet und das die Grenze für das Benchmarking bildet, bezieht die gesamte elektrische Energie vom Energieversorger. Auch der Hauptstromzähler ist in diesem Gebäude. Ein Teil des bezogenen Stroms wird jedoch von dort an andere Betriebsgebäude weitergeleitet. Für das Benchmarking muss sichergestellt werden, dass der Stromverbrauch der anderen Betriebsgebäude vom Gesamtstrombezug abgezogen wird.

Beispiel 2: In einem Industriepark gibt es mehrere Betriebe, die den Dampf von einem im Industriepark befindlichen Kraftwerk oder anderen Industriebetrieben beziehen. In diesem Fall muss für das Benchmarking berechnet werden, wie hoch der Energieverbrauch zur Herstellung des Dampfes am eigenen Standort gewesen wäre. Dasselbe gilt für den Bezug von Druckluft, Kälte, Kaltwasser etc.

Zusätzlich muss noch entschieden werden, ob im Benchmarkingsystem neben der Endenergie, die im Betrieb verbraucht wird, auch die Primärenergie betrachtet werden soll. Etwa zur Berechnung der nationalen CO_2 – Emissionswerte.

Eine Lösung wäre, die Umrechnung mit landesüblichen Durchschnittswerten automatisch für jeden Energieträger vorzunehmen, und die EPIs sowohl als Primärenergie als auch als Endenergie anzugeben.

Datenerhebung des Energieverbrauchs

Alle Angaben zum Energieverbrauch müssen auf Messungen basieren oder auf andere Weise verifizierbar sein (z. B. Stromrechnungen, Lieferscheine). Dabei ist es wichtig, die Werte als Nettowerte anzugeben. Dies entspricht der gekauften und in das Unternehmen eingeführten Energie abzüglich der verkauften und ausgeführten Energie.

Umrechnung Energieeinsatz einzelner Energieträger in kWh

Die Einheit für den spezifischen Energieverbrauch ist kWh/pro Input (Rohstoff) oder pro Output (Produkt). Es muss eindeutig festgelegt werden wie die Umrechnung von z. B. „bezogene Liter Erdöl“ oder „bezogene Nm³ Erdgas“ etc. vorgenommen wird. Diese Umrechnung wird am besten bereits im Datenerhebungsbogen angeboten und erfolgt automatisch, so dass der Nutzer, nur die auf der Energierechnung ersichtlichen Daten, eingeben muss.

Im BESS-Projekt wurde dazu im Datenerhebungsbogen ein Tabellenblatt zur Umrechnung folgender Energieträger auf MJ oder kWh angeboten.

Energieträger	Definitionen
Strom (ohne Elektrokessel)	Strom außer für Wärme- oder Dampferzeugung mit elektrischen Kesseln
Strom (Elektrokessel)	Strom für Wärme- oder Dampferzeugung mit elektrischen Kesseln
Heizöl Extraleicht	Heizöl Dichte 0.84 kg/Liter
Heizöl Leicht	Heizöl Dichte 0.88 kg/Liter
Heizöl Schwer	Heizöl Dichte > 90 kg/Liter
Erdgas	Erdgas flüssig oder gasförmig
Flüssiggas (Propan, Butan)	Flüssiggas Propan und Butan
Kohle	Stein- und Braunkohle
Biomasse	Holz, Holzspäne, Holzstaub, Rinde, Stroh etc.
Fremdbezug Wärme	Dampf- und Heißwasser
Weitere Energieverbräuche	Energie, die unter keinen der anderen Punkte fällt

Energieträger	Umrechnungsfaktor (in MJ)						
	MJ	kWh	Kcal	Liter	m³	kg	Tonnen
Strom (ohne Elektrokessel)	1	3,6	4,187				
Strom (Elektrokessel)	1	3,6	4,187				
Heizöl Extraleicht	1	3,6	4,187	35,5	35,5	42,3	42,3
Heizöl Leicht	1	3,6	4,187	37,9	37,9	41,0	41,1
Heizöl Schwer	1	3,6	4,187	39,2	39,2	40,0	40,0
Erdgas	1	3,6	4,187	41,8	41,8		
Flüssiggas (Propan, Butan)	1	3,6	4,187	24,4	24,4	46,0	46,0
Kohle	1	3,6	4,187			28,1	28,1
Biomasse	1	3,6	4,187				
Fremdbezug Wärme	1	3,6	4,187				
Weitere Energieverbräuche	1	3,6	4,187				

Tab. 10: Umrechnungsfaktoren für Energieträger im BESS-Projekt

Quelle: Datenerhebungsbogen für Benchmarking im BESS-Projekt

Die angegebene Energie sollte, die "bezogene Energiemenge für jene Produktionsanlage" für welche die Produktionsdaten geliefert wurden, sein. Die Betriebe sollten, sofern ihnen der Energieinhalt der bezogenen Energiemenge bekannt war, diesen Wert angeben. War der Energieinhalt der bezogenen Energiemenge nicht bekannt, so steht die Tabelle mit den Umrechnungsfaktoren zur Verfügung. Die Faktoren werden von EUROSTAT in den Energiebilanzen verwendet. Eine weitere, detaillierte Tabelle zum Energiegehalt verschiedener Energieträger findet sich in Kapitel 2.

7.1.1 Erhebung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten umfassen nur den gesamten gekauften bzw. aus einer anderen Anlage bezogenen Strom, abzüglich des verkauften oder ausgeführten Stroms. Gekaufter oder in die Anlage eingeführter Strom wird als **Endenergie** herangezogen.

Es wird empfohlen den gekauften bzw. bezogenen Strom in Primärenergie umzurechnen.

7.1.2 Stromerzeugung vor Ort aus erneuerbaren Energiequellen:

Der Verbrauch von elektrischem Strom, der vor Ort aus erneuerbaren Energiequellen (z. B. mit Photovoltaik, Windräder, Kleinwasserkraftwerk) erzeugt wurde, sollte in den Gesamtenergieverbrauch eingerechnet werden. Überschüssiger Strom aus erneuerbarer Energieerzeugung vor Ort, der verkauft oder ausgeführt wird, wird nicht berücksichtigt. Sämtlicher gekaufter oder in die Anlage eingeführter Strom wird, wie oben erklärt, in den Gesamtenergieverbrauch eingerechnet.

Bei der Eigenerzeugung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern kann die Endenergie gleich auch als Primärenergie angesetzt werden. Dadurch wird der Tatsache Rechnung getragen, dass bei der Erzeugung vor Ort keine Verteilverluste auftreten. Der Strom, der am Standort aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt wird, kann unverändert übernommen werden.

7.1.3 Strom aus anderer Erzeugung vor Ort

Strom aus anderer Erzeugung vor Ort (z. B. BHKW, Dieselgeneratoren) darf nicht in den Gesamtenergieverbrauch eingerechnet werden. Für Strom aus diesen anderen Quellen, wird der für seine Erzeugung benötigte Brennstoff eingerechnet, der gekauft oder in die Anlage eingeführt wurde, jedoch nicht der von diesen Systemen erzeugte Strom.

Strom aus Erzeugung vor Ort, der verkauft oder ausgeführt wurde, sollte vom gesamten gekauften Strom abgezogen werden, um einen Nettowert "abzüglich des verkauften bzw. ausgeführten Stromes" zu erhalten.

7.1.4 Erhebung des nichtelektrischen Energieverbrauchs

Darunter fallen alle anderen bezogenen Energieträger wie Erdgas, Öl, Kohle, Biomasse etc. Dabei ist wieder der Nettoverbrauch innerhalb der Benchmarking-Grenzen anzusetzen, d. h. weiterverkaufte oder weitergeleitete Energiemengen sind abzuziehen.

Für den Datenerhebungsbogen empfiehlt es sich die Vorgaben der Hauptenergieträger Erdgas, Öl, Kohle und Strom zu übernehmen. Zur Eingabe von biogenen Energieträgern empfiehlt es sich, ein Feld „sonstige Energieträger“ einzurichten mit Angaben zur Umrechnung in kWh.

Druckluft

Dazu zählt die für die Erzeugung von Druckluft verbrauchte Energie, wenn die Druckluft aus einer externen Anlage oder von Dritten stammt, deren Energie nicht in der Gesamtenergie der Anlage erscheint. Die für die Erzeugung von Druckluft benötigten kWh sollen anhand des spezifischen Energieeinsatzes (oder der tatsächlichen Umwandlungswirkungsgrade) der erzeugenden Anlage berechnet und zur Gesamtenergie dazugerechnet werden.

Beispiel für Berechnung: Wh/Nm³ Druckluft x Nm³ Druckluft

Dampf

Berücksichtigt wird die für die Erzeugung von Dampf verbrauchte Energie, wenn Dampf aus einer externen oder fremden Anlage stammt, deren Energie nicht in der Gesamtenergie ihrer Anlage erscheint. Die für die Erzeugung von Dampf benötigten kWh werden anhand der tatsächlichen Umwandlungswirkungsgrade der erzeugenden Anlage berechnet und zur Gesamtenergie dazugerechnet. Berechnung Dampf:

Beispiel für Berechnung: (kWh/kg Dampf x kg Dampf) / Brennstoffnutzungsgrad (ca. 80 %)

Kaltwasser

Angegeben wird die für die Erzeugung von Kaltwasser verbrauchte Energie, wenn das Kaltwasser aus einer externen oder dritten Anlage stammt, deren Energie nicht in der Gesamtenergie erscheint.

Umrechnung Kaltwasser: eine entsprechende Formel ist zu erstellen.

Energieaufwand für die Produktion von Kaltwasser soll anhand der tatsächlichen Umwandlungswirkungsgrade des externen oder fremden Kaltwassererzeugers berechnet und zur Gesamtenergie der Anlage hinzugerechnet werden.

Rückgewonnene Energie

Energie, die aus dem Produktionsprozess rückgewonnen wird (z. B. Abwärme, Prozessnebenprodukte), wird nicht einbezogen, wenn sie innerhalb der Benchmarking-Grenze bleibt.

7.2 Empfehlungen zur Erhebung weiterer für das Benchmarking relevanter Informationen

Jährliche Heiz- & Kühlgradtag-Werte

Die Werte für Heizgradtage (HGT) und Kühlgradtage (KGT) für die laufende Periode von 12 Monaten sollte beim Benchmarking berücksichtigt werden und zwar für den tatsächlichen Standort des Unternehmens (wenn Wetter und Temperatur vor Ort gemessen und überwacht werden) oder von einer Wetterstation in nächster Nähe zur Anlage. Daten zu HGT und KGT aus der nächstgelegenen Wetterstation können aus der Datenbank des Deutschen Wetterdiensts (für 28 Stationen, unter http://www.dwd.de/gradtagzahlen) und anderen Online-Wetterseiten abgefragt werden.

Postleitzahl

Durch die Erhebung der Postleitzahl kann die Zuordnung des Standortes erfolgen. Zur Ermittlung einer aussagekräftigeren Kennzahl sollten jedoch HGT/KGT-Werte angegeben werden, die entweder aus tatsächlichen Wettermessungen vor Ort oder von einer lokalen Wetterstation stammen.

Betriebszeiten

Die Auslastung der Anlage hat einen beträchtlichen Einfluss auf den Energieverbrauch. Dazu sollten die Gesamtbetriebszeiten der Anlage pro Jahr angegeben werden. Für Produktionsbereiche sollten die durchschnittlichen jährlichen Stunden aktiver Herstellung/Produktion angegeben werden.

Für F&E / Labor- und Büroflächen sollten die durchschnittlichen jährlichen Arbeitszeiten angegeben werden.

Beispiele:

24h/Tag; 7 Tage/Woche Produktionsbetrieb für ein Jahr (52 Wochen + 1 Tag) = 8760 h/a

2 Schichten/Tag, 5 Tage/Woche Produktionsbetrieb: 2 Schichten x 8h/Schicht x 5 Tage/Woche x 52 Wochen/Jahr = 4260 h/a

Büros oder F&E 10 h/Tag besetzt, 5 Tage/Woche: Eingabe 10h/Tag x 5 Tage/Woche x 52 Wochen/Jahr = 2600 h/a

Gesamtproduktion und Betriebsgröße

Je nach Branche sind Angaben zu Produkten bzw. Produktionsmengen und Gebäudeflächen zur Ermittlung des spezifischen Energieverbrauchs notwendig. Die branchenspezifischen Bezugsgrößen werden in den jeweiligen Branchenausführungen genauer erläutert.

7.3 Benchmarking in der Branche: gewerbliche Fleischereibetriebe

Laut Handwerkszählung[128] 2008 gibt es in Deutschland 14.136 handwerkliche Fleischereibetriebe mit rund 185.000 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für das Nahrungsmittelgewerbe betrug 2010 rund 3,5 TWh. 52 % davon brauchten die Bäcker und 34 % die Fleischereibetriebe. Die verbleibenden 14 % teilen sich die restlichen gewerblichen Nahrungsmittelhersteller.[129]

Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für gewerbliche Fleischereibetriebe von rund 85.000 kWh/a ermitteln.

7.3.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für gewerbliche Fleischereibetriebe sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die unter den Gewerbezweig A 32 der Handwerksordnung fallen. Reine Schlachtbetriebe sind von der Benchmarking-Zielgruppe ausgeschlossen.

Je nach Größe der Benchmarking-Gruppe könnten weitere Unterteilungen in verschiedene Benchmarking-Untergruppen geprüft werden:

Nach Betriebsart:

- Mischbetriebe (inkl. Schlachtung) oder reine Fleischverarbeitungsbetriebe
- Verkaufsraum ja / nein?

Nach Anzahl Mitarbeiter:

- Bis 50 Mitarbeiter
- Ab 50 Mitarbeiter

Nach Rohmaterialeinsatz:

- Bis 250 Tonnen Rohmaterialeinsatz/Jahr
- Über 250 Tonnen Rohmaterialeinsatz/Jahr

7.3.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess von der Schlachtung zur Produktion bis zum Verkauf umfassen, da bei Gewerbebetrieben meist keine getrennten Energieverbrauchsmessungen von Produktions- und Verkaufsräumen vorhanden sind.

[128] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011a

[129] Vgl. Fraunhofer 2011

7.3.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien

7.3.3.1 klima:aktiv KMU-Initiative

Die Kennzahlen für Fleischereien wurden aufgrund der Beratungsergebnisse von 25 vergleichbaren österreichischen Fleischereien erstellt. In den Betrieben sind durchschnittlich 15 Mitarbeiter angestellt. Es wird zu etwa gleich großen Teilen elektrische und thermische Energie eingesetzt.

Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergie / konditionierte Betriebsfläche [kWh/m²]	154	392	597	738	992
Elektrische Energie / Mitarbeiter [kWh_e/MA]	5.000	12.387	15.668	22.237	30.988
Elektrische Energie / Betriebsstunde [kWh_e/h]	6	33	42	102	543
Gesamtenergie / Betriebsstunde [kWh/h]	19	51	88	202	1.659
Gesamtenergie / Produkt (kWh/t Produkt)	1.049	1.767	3.158	6.347	9.231
Gesamtenergie / Rohmaterialeinsatz (Schlachtung u. Zukauf) [kWh/t Input]	733	1.429	2.459	5.000	8.571

Tab. 11: Kennzahlen für Fleischereien; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.3.3.2 EA.NRW Branchenergiekonzepte

Die EnergieAgentur Nordrhein-Westfalen hat eine Reihe von Branchenenergiekonzepten entwickelt, die mittelständischen Unternehmen eine erste Einschätzung bezüglich des Energieverbrauchs geben und die Arbeit von Energie- und Umweltbeauftragten und Branchenexperten bei der energetischen Optimierung unterstützen sollen. Nachfolgend werden die Kennzahlen bei einem Rohmaterialeinsatz bis 250 Tonnen/Jahr aufgelistet.

Kennzahl bei Rohmaterialeinsatz < 250 t/a	Geringes Einsparpotenzial	Durchschnittliches Einsparpotenzial	Großes Einsparpotenzial
Strom pro Rohmaterialeinsatz [kWh_e/kg]	0,30	0,74	1,11
Thermische Energie pro Rohmaterialeinsatz [kWh_{th}/kg]	0,09	1,32	2,65
Gesamt (Mix) pro Rohmaterialeinsatz [kWh/kg]	0,83	2,06	2,94
Wasserverbrauch pro Rohmaterialeinsatz [l/kg]	7,0	11,4	17,4

Tab. 12: Kennzahlen für Fleischereien; nach Energieagentur NRW

Quelle: EA.NRW o.J.a

Der Gesamtmix aus thermischer und elektrischer Energie wird dargestellt, weil in Betrieben thermische Nutzenergie teilweise mit elektrischer Energie erzeugt wird. Durch den Einsatz einer Vielzahl von Energieträgern kann es, vor allem bei kleineren Betrieben, zu einer großen Bandbreite bei den Kennzahlen kommen. Bei Großbetrieben wird in der Regel zwischen mechanischer Bearbeitung (Strom) und thermischen Prozessen (Dampf) unterschieden.

7.3.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

In der KMU-Initiative hat sich für gewerbliche Fleischereibetriebe herausgestellt, dass bei der Berechnung der folgenden EPIs eine Größeneinteilung sinnvoll ist:

- Gesamtenergieverbrauch / Rohmaterialeinsatz

Bei der Kategorisierung nach dem Rohmaterialeinsatz wird deutlich, dass die größeren Betriebe mit mehr als 300t die niedrigsten Energieeinsätze pro Tonne aufweisen. Dieses Ergebnis unterstreicht die Wichtigkeit, eine Clusterung der Betriebe vorzunehmen.

- Gesamtenergieverbrauch / Produktionsmenge

Grundsätzlich zeigt sich, dass bei der Kennzahl Gesamtenergieeinsatz pro Tonne Produkt eine Klassifizierung sinnvoll ist, denn Betriebe mit kleineren Produktionsmengen setzen deutlich mehr Energie pro Tonne Produkt ein als Fleischereien mit Produktionsmengen über 250t.

- Elektrische Energie / Mitarbeiter

In den größeren Betrieben mit mehr als 10 Beschäftigten ist erkennbar, dass mit steigendem Umsatz auch der elektrische Energieeinsatz steigt. Diese Tendenz ist mit der verstärkten Automatisierung der Arbeitsabläufe in den großen Betrieben erklärbar.

- Wasserverbrauch / Rohmaterialeinsatz

Da in Fleischereien auch viel Wasser im Produktionsprozess eingesetzt wird, sollte der spezifische Wasserverbrauch erhoben werden.

7.3.5 Eindeutige und verständliche Datenabfrage

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe am Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) Bruttogrundfläche (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Anzahl Mitarbeiter

Die im Betrieb beschäftigten Personen in Vollzeitäquivalenten

Wasserverbrauch

Bei fleischverarbeitenden Betrieben gilt, je größer und "industrieähnlicher" der Betrieb ist, desto höher sind die hygienischen Anforderungen und desto höher ist auch der Wasserverbrauch. Wenn dies bei der Ermittlung von Kennzahlen berücksichtigt werden soll, muss der jährliche Wasserverbrauch in m³ erhoben werden.

Rohmaterialeinsatz

Fleisch aus eigener Schlachtung plus das zugekaufte Fleisch in Tonnen. Der Rohmaterialeinsatz entspricht der gesamten für die weitere Verarbeitung bzw. für den Verkauf zur Verfügung stehenden Menge an Frischfleisch. Für eine feinere Unterscheidung kann das Fleisch aus eigener Schlachtung und das zugekaufte Fleisch getrennt abgefragt werden.

7.4 Benchmarking in der Branche: gewerblichen Bäckereien

Laut Handwerkszählung 2008 gibt es in Deutschland 14.435 handwerkliche Bäckereibetriebe mit rund 333.000 Beschäftigten.[130] Der Endenergieverbrauch für das Nahrungsmittelgewerbe betrug 2010 rund 3,5 TWh, davon verbrauchten Bäckereibetriebe 52 % und Fleischbetriebe 34 %. Der restliche Endenergieverbrauch von 14 % teilt sich auf die restlichen gewerblichen Nahrungsmittelhersteller auf.[131] Basierend auf diesen Zahlen lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für von rund 125.000 kWh/a ermitteln.

7.4.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für gewerbliche Bäckereibetriebe sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die unter den Gewerbezweig A 30 der Handwerksordnung fallen. Die Energiekennzahlen sind für die Evaluierung von Betrieben gedacht, die vorwiegend mit der Herstellung, Fertigung oder Verarbeitung von Backwaren (ohne Dauerbackwaren) (NACE C 10.71), also frisches Brot und feine Backwaren (ohne Dauerbackwaren, gesüßt) beschäftigt sind. Betriebe, die nur Teiglinge aufbacken, und reine Konditoreien zählen nicht dazu.

Die Bereiche Produktion und Verkauf werden bei der Kennzahlenberechnung berücksichtigt. Gemessene Energiedaten für Bereiche, die nicht mit der Produktion und dem Verkauf zusammenhängen und außerhalb des Rahmens dieser Kennzahlenberechnung liegen, dürfen daher nicht mit eingerechnet werden. Je nach Größe der Benchmark-Gruppe könnten weitere Unterteilungen in verschiedene Benchmark-Untergruppen geprüft werden:

Nach Betriebsart:

- Bäckerei mit Verkaufsraum
- Bäckerei ohne Verkaufsraum
- Bäckerei mit Verkaufsraum und Restaurantbereich
- Etc.

Nach Produkten:

- Anteil Brot und Brötchen
- Anteil an Teiglingen, die aufgebacken werden (prozentmäßig)
- Anteil feine Backwaren

Nach Anzahl Mitarbeiter:

- Bis 50 Mitarbeiter
- Ab 50 Mitarbeiter

Nach Rohmaterialeinsatz:

- Bis 200 Tonnen Rohmaterialeinsatz/Jahr
- Über 200 Tonnen Rohmaterialeinsatz/Jahr

[130] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011a

[131] Vgl. Fraunhofer 2011

7.4.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess umfassen. Hat die Bäckerei einen Lieferservice, ist zu entscheiden, ob der Energieverbrauch für die Lieferung der Waren in die Benchmarking-Grenze aufgenommen wird.

7.4.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien

7.4.3.1 klima:aktiv KMU-Initiative

Die Kennzahlen für Bäckereien wurden auf Basis der Beratungsergebnisse von 29 österreichischen Bäckereien erstellt. In den Betrieben sind durchschnittlich 22 Mitarbeiter angestellt.

Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergieeinsatz pro Tonne Mehl kWh / t Mehl (Input)	314	1.672	2.481	3.081	8.333
Gesamtenergieeinsatz pro Tonne Produkt kWh / t Brot- und Backwaren (Produkt)	653	1.218	1.814	2.248	6.667
kWh / m² Backfläche	1.044	7.149	8.500	13.696	33.333
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeit kWh_{el}/Mitarbeiter	2.668	5.533	8.592	12.016	17.918
Gesamtenergie pro m² konditionierte Betriebsfläche [kWh/m²)	230	449	656	949	1.250

Tab. 13: Kennzahlen für gewerbliche Bäckereien; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.4.3.2 EA.NRW Branchenergiekonzepte

Die EnergieAgentur Nordrhein-Westfalen hat eine Reihe von Branchenenergiekonzepten entwickelt, die mittelständische Unternehmen eine erste Einschätzung bezüglich des Energieverbrauchs geben und die Arbeit von Energie- und Umweltbeauftragten und Branchenexperten bei der energetischen Optimierung unterstützen soll. Bei Bäckereien bietet sich für Energiekennzahlen vor allem das Geschoss verarbeitetes Mehl als produktionsspezifische Größe an. Aufgrund der unterschiedlichen Betriebsgrößen und Produktsortimenten ist je-

doch auch innerhalb einer Branche eine große Schwankungsbreite gegeben. Die Kennziffern sind daher als Orientierungswerte zu verstehen.

Kennzahl	Durchschnittlicher Verbrauch
spez. Elektrische Energie / verarbeitetes Mehl [kWh_{el} /t Mehl]	200
spez. Wärmeverbrauch / verarbeitetes Mehl [kWh_{th} /t Mehl]	1.500
Warmwasserbedarf Backen [Liter / t Mehl]	450

Tab. 14: Kennzahlen für gewerbliche Bäckereien; nach Energieagentur NRW

Quelle: EA.NRW o.J.b.

7.4.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

In der KMU-Initiative hat sich für gewerbliche Bäckereibetriebe herausgestellt, dass für die Vergleichbarkeit von Bäckereien eine Größeneinteilung sinnvoll ist.

- Gesamtenergieverbrauch / Rohmaterialeinsatz

Werden die Betriebe entsprechend ihres Mehlverbrauches gruppiert, ist eine negative Korrelation zwischen der Größe des Unternehmens, gemessen an der Menge des verarbeiteten Mehls und am Energieeinsatz pro Tonne Mehl, zu erkennen. Je mehr Mehl verarbeitet wird, umso niedriger ist der Energieeinsatz pro Tonne. Bei den kleinsten Bäckereien ist auch hier wieder die größte Bandbreite der Werte zu erkennen.

- Gesamtenergieverbrauch / Produktionsmenge

Wie auch schon bei der Bezugsgröße Mehl, ist bei der Tonne Produkt die Korrelation zur Betriebsgröße bzw. zur Produktionsmenge erkennbar. Je mehr in den Bäckereien produziert wird, umso niedriger ist der Energieeinsatz pro Produkt. Bei der Clusterung nach Mehleinsatz ist zu erkennen, dass alle Ausreißer der Gruppe mit den kleinsten Produktionsmengen angehören.

- Gesamtenergieverbrauch / Backfläche

Wird bei der Kennzahl Energieeinsatz pro Backfläche eine Clusterung nach dem Mehleinsatz vorgenommen, zeigt sich zwar keine scharfe Trennung der Gruppen, trotzdem ist eine Korrelation zur verarbeiteten Tonne Mehl erkennbar. Je weniger Mehl eingesetzt wird, umso niedriger ist der Energieeinsatz pro Backfläche.

- Warmwasserverbrauch / Rohmaterialeinsatz

Da in Bäckereien auch viel Warmwasser benötigt wird, sollte der spezifische Wasserverbrauch erhoben werden.

7.4.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschoßflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung heißt in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Backfläche

Backofenfläche in m²

Anzahl Mitarbeiter

Die im Betrieb beschäftigten Personen in Vollzeitäquivalenten

Rohmaterialeinsatz

Bei Bäckereien bietet sich für die Energiekennzahlenerstellung vor allem das verarbeitete Mehl in Tonnen als produktionsspezifische Größe an.

Produkt bzw. Produktionsmenge

Als branchenspezifische Bezugsgröße kann hier die Menge an produzierten Brot- und Backwaren herangezogen bzw. abgefragt werden.

Eine andere Möglichkeit wäre, wie im BESS-Projekt, die verarbeitete Menge Mehl mit dem Faktor 1,35 zu multiplizieren, um das Produktionsvolumen von Brot zu erhalten.

Der Energieverbrauch ist jedoch auch vom Produktmix abhängig. Bäckereien mit einem Feingebäckanteil von deutlich über 25 % haben meist einen höheren spezifischen Energieverbrauch, da die Backflächenauslastung bei der Feingebäckherstellung im Vergleich zur Produktion von Brot und Brötchen ungünstiger ist.

Um den Produktmix bei der Kennzahlenerstellung besser zu berücksichtigen, sollte eine detailliertere Datenerhebung erfolgen.

7.5 Benchmarking in der Branche: Metallbaubetrieben

Laut Handwerkszählung[132] 2008 gibt es in Deutschland 24.730 handwerkliche Metallbaubetriebe mit rund 245.000 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für das Metallgewerbe betrug 2010 rund 5,3 TWh.[133]

Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für gewerbliche Metallbauer von rund 214.000 kWh/a ermitteln.

7.5.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Das Benchmarkingsystem sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die unter den Gewerbezweig A 13 der Handwerksordnung fallen. Da dieses Gewerbe sehr heterogen ist, sollte für jeden NACE 3-Steller ein eigenes Benchmarkingsystem erstellt werden:

Laut NACE C 25 Herstellung von Metallerzeugnissen fallen darunter folgende Betriebe:

- 25.1 Stahl- und Leichtmetallbau
- 25.2 Herstellung von Metalltanks und -behältern; Herstellung von Heizkörpern und -kesseln für Zentralheizungen
- 25.3 Herstellung von Dampfkesseln (ohne Zentralheizungskessel)
- 25.4 Herstellung von Waffen und Munition
- 25.5 Herstellung von Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen, gewalzten Ringen und pulvermetallurgischen Erzeugnissen
- 25.6 Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung; Mechanik a. n. g.
- 25.7 Herstellung von Schneidwaren, Werkzeugen, Schlössern und Beschlägen aus unedlen Metallen
- 25.9 Herstellung von sonstigen Metallwaren

7.5.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess umfassen.

7.5.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv KMU-Initiative)

22 metallverarbeitende Betriebe wurden in Summe im Rahmen der KMU-Scheck-Initiative beraten, wobei 2 Beratungsberichte nicht aussagekräftig waren und abgelehnt wurden. Die 20 auswertbaren Betriebe setzen sich aus 8 Stahl und Leichtmetall verarbeitenden Betrieben, zwei oberflächenbehandelnden Betrieben und 10 Herstellern sonstiger Metallwaren zusammen, wobei die letzte Gruppe relativ inhomogen ist, da hier Betriebe zusammenge-

[132] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011a

[133] Vgl. Fraunhofer 2011

fasst sind, die Beschläge, Stahlfedern, Schilder, Drehteile, Werkzeuge oder Behältnisse herstellen.

Im Folgenden sind für die drei Subsektoren

- 25.1 Stahl- und Leichtmetallbau
- 25.9 Herstellung von sonstigen Metallwaren
- 25.6 Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung; Mechanik a. n. g.

Energiekennzahlen aus der KMU-Initiative angegeben.

Kennzahl für Stahl- und Leichtmetallbaubetriebe	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	827	1.110	1.352	2.023	4.081
Gesamtenergie pro m² konditionierte Betriebsfläche [kWh / m²]	37	83	90	179	212
kWh/t Rohmaterialeinsatz	372	385	1.059	3.043	3.363
kWh_e/t Rohmaterialeinsatz	64	133	197	832	1.904

Tab. 15: Kennzahlen für Stahl- und Leichtmetallbaubetriebe; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

Kennzahl für Oberflächenveredler	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	9.130	9.845	10.559	11.273	11.988
Gesamtenergie pro m² konditionierte Betriebsfläche [kWh / m²]	403	578	753	927	1102
kWh/t Rohmaterialeinsatz	2.681	10.131	17.582	25.032	32.482
kWh_e/t Rohmaterialeinsatz	1.066	2.448	3.830	5.212	6.594

Tab. 16: Kennzahlen für Oberflächenveredler; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

Kennzahl für Betriebe „sonstige Metallwaren“	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	2.597	5.062	11.963	15.819	23.276
Gesamtenergie pro m² konditionierte Betriebsfläche [kWh / m²]	118	182	285	366	636
kWh/t Rohmaterialeinsatz	766	1.021	1.724	5.481	12.731
kWh_e/t Rohmaterialeinsatz	311	555	712	1.537	3.809

Tab. 17: Kennzahlen für Betriebe der Klasse „sonstige Metallwaren“; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.5.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Es sollte für jeden Subsektor nach NACE 3-Stellern eine Analyse der geeigneten EPIs durchgeführt werden. Bei den Oberflächenbehandlern ist zum Beispiel die Prozesswärme der Hauptenergieverbraucher, bei den Leichtmetallbauern ist es hingegen die Raumwärme. Diese Unterschiede sollten auch bei der Bildung von geeigneten Kennzahlen für die einzelnen Sektoren Berücksichtigung finden.

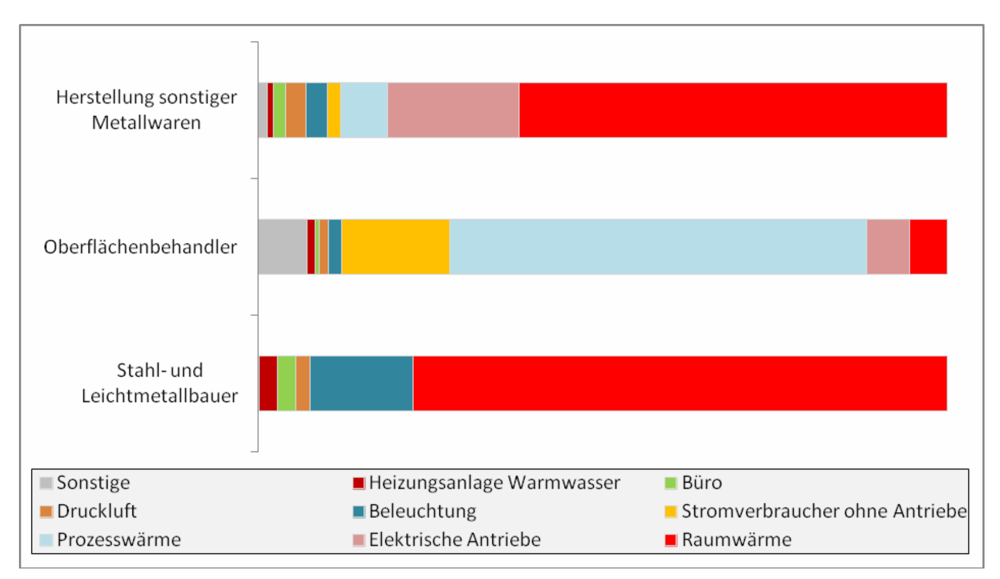


Abb. 21: Energieverbraucher im Metallbau; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

- Energieverbrauch / Beschäftigten

Die Auswertungen in der KMU-Initiative zeigen, dass keine eindeutige Korrelation zwischen dem Energieeinsatz pro Beschäftigtem und der Anzahl der Beschäftigten besteht.

- Gesamtenergieeinsatz / Rohmaterialeinsatz

Da in der KMU-Initiative nur wenige Betriebe Angaben zu ihren Produktionsmengen getätigt haben und die Produkte in dieser Branche sehr heterogen sind, wurde der Energieeinsatz ausschließlich pro Tonne Rohmaterial errechnet. In den 17 Betrieben, die Angaben zu ihren Rohmaterialeinsätzen getätigt haben, werden durchschnittlich 1.800 Tonnen Metall pro Jahr verarbeitet. Der Median des Gesamtenergieeinsatz pro Tonne liegt bei 2.130 kWh.

- Gesamtenergieeinsatz / Produktionsmenge

Diese Kennzahl konnte aufgrund fehlender Angaben zu den Produkten in der KMU-Initiative nicht berechnet werden. Nachdem es sich bei dieser Branche empfiehlt, ein eigenes Benchmarkingsystem für jeden NACE 3-Steller zu erstellen, sollten bei der Datenerhebung für die Ermittlung von geeigneten Kennzahlen die Produkte nach PRODCOM berücksichtigt werden.

7.5.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Anzahl Mitarbeiter

Die im Betrieb beschäftigten Personen in Vollzeitäquivalenten

Rohmaterialeinsatz

Menge an eingesetzten und verarbeiteten Metall in Tonnen

Produkt bzw. Produktionsmenge

Ein Datenerhebungsbogen mit der Auswahlmöglichkeit der produzierten Mengen nach PRODCOM sollte erstellt werden. Zum Beispiel sind die Produkte nach PRODCOM für den NACE 4-Steller „25.12 Herstellung von Ausbauelementen aus Metall“ folgende:

25.12.10	Tore, Türen, Fenster, und deren Rahmen und Verkleidungen, Tor- und Tür schwellen, aus Metall
25.12.10.30	Tore, Türen, Fenster, deren Rahmen und Verkleidungen, Tor- und Tür schwellen aus Stahl
25.12.10.50	Tore, Türen, Fenster, deren Rahmen und Verkleidungen, Tor- und Tür schwellen, aus Aluminium

7.6 Benchmarking in der Branche: Tischlereien

Laut Handwerkszählung[134] 2008 gibt es in Deutschland 34.034 handwerkliche Tischlereien mit rund 202.000 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für das Holzgewerbe betrug 2010 rund 1,1 TWh.[135]

Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für das Holzgewerbe von rund 32.000 kWh/a ermitteln.

7.6.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Tischlereien sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die unter den Gewerbezweig A 27 der Handwerksordnung fallen.

Je nach Größe der Benchmark-Gruppe könnten weitere Unterteilungen in verschiedene Benchmark-Untergruppen geprüft werden:

Nach Umsatz:

- bis 0,5 Mio. EUR Umsatz
- 0,5 - 2 Mio. EUR Umsatz
- mehr als 2 Mio. EUR Umsatz

Nach Produktionsmengen:

- bis 50 m³ Spanplattenproduktion
- 50 – 500 m³ Spanplattenproduktion
- mehr als 500 m³ Spanplattenproduktion oder
- Anzahl Möbelstücke pro Jahr
- etc.

[134] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011a

[135] Vgl. Fraunhofer 2011

7.6.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess umfassen.

7.6.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv KMU-Initiative)

Im Rahmen der KMU-Initiative wurden 52 Tischlereien beraten, die sich alle für die Kennzahlenauswertung eigneten.

Kennzahl Bis 0,5 Mio. EUR Umsatz	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
kWh_{th}/m^3 Schnittholzeinsatz (Input)	303	3.235	4.538	6.592	14.003
kWh_{th}/m^2 Betriebsfläche	48	172	203	289	486
kWh/Mitarbeiter	5.738	21.379	29.502	53.377	125.578

Tab. 18: Kennzahlen für Tischlereien bis 0,5 Mio. EUR Umsatz; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

Kennzahl 0,5 – 2 Mio. EUR Umsatz	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
kWh_{th}/m^3 Schnittholzeinsatz (Input)	286	540	1.008	1.622	2.835
kWh_{th}/m^2 Betriebsfläche	57	131	193	301	539
kWh/Mitarbeiter	4.300	13.020	21.539	40.606	83.258

Tab. 19: Kennzahlen für Tischlereien von 0,5 bis 2 Mio. EUR Umsatz; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

Kennzahl Über 2 Mio. EUR Umsatz	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
kWh_{th}/m^3 Schnittholzeinsatz (Input)	153	171	200	219	440
kWh_{th}/m^2 Betriebsfläche	102	202	267	296	346
kWh/Mitarbeiter	4.382	10.748	15.004	21.548	25.492

Tab. 20: Kennzahlen für Tischlereien >2 Mio. EUR Umsatz; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

Kennzahl für Betriebe unterteilt in Produktionsklassen	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
kWh_{th}/m^3 Spanplattenproduktion (bis 50 m³ Spanplattenproduktion)	832	4.573	5.534	15.501	34.333
kWh_{th}/m^3 Spanplattenproduktion (50 – 500 m³ Spanplattenprodukti-on)	583	1.920	2.510	3.643	4.200
kWh_{th}/m^3 Spanplattenproduktion (mehr 500 m³ Spanplattenprodukti-on)	27	114	144	193	210
kWh_{th}/Möbelstück (bis 500 Stück/Jahr)	61	444	588	1.196	1.652
kWh_{th}/Möbelstück (500 – 5.000 Stück/Jahr)	93	126	149	215	560
kWh_{th}/Möbelstück (mehr als 5.000 Stück/Jahr)	7	11	34	77	83

Tab. 21: Kennzahlen für Tischlereien nach Produktionsklassen; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.6.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Die Analyse der beratenen Tischlereien hat ergeben, dass eine Bildung von Untergruppen (Clusterung) - und zwar abhängig von der produzierten Menge oder der verarbeiteten Menge Holz - unbedingt vorgenommen werden sollte. Die konditionierte Fläche oder die Anzahl der Beschäftigten haben jedoch keine nachvollziehbare Auswirkung auf den Energieverbrauch.

- Wärmeeinsatz / m³ Schnittholzeinsatz

Das Spektrum des Schnittholzeinsatzes in den 43 Tischlereien, die Angaben dazu tätigten, liegt zwischen 8 m³ und 3.200 m³. Wird der Wärmeeinsatz pro m³ Schnittholz berechnet, sind extrem große Schwankungen zwischen 153 kWh und 14.003 kWh erkennbar. Eine Gruppierung erscheint hier besonders sinnvoll. Werden die Betriebe entsprechend ihrem Schnittholzeinsatz geclustert, ist eine negative Korrelation erkennbar. Je höher der Materialeinsatz, umso niedriger der Wärmeeinsatz pro m³.

- Wärmeeinsatz / m³ produzierte Spanplatten

Um eine detailliertere Aussage zu erhalten, wurde auch hier eine Gruppierung nach m³ produzierten Spanplatten vorgenommen, die eine negative Korrelation zwischen der Jahresproduktionsmenge und dem Wärmeeinsatz pro m³ erkennen lässt.

- Wärmeeinsatz / produziertem Möbelstück

Um die Aussage der Ergebnisse zu präzisieren, wurden die Ergebnisse wieder entsprechend der Stückzahlen gruppiert. Analog zum Schnittholzeinsatz und den produzierten Spanplatten sinkt mit der Produktionsmenge der Wärmeeinsatz pro Möbelstück sowie die Streuung der einzelnen Verteilungen.

7.6.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Besonderes Augenmerk ist auf die Abfrage nach verarbeiteten Holzmengen (Input) und erstellten Produkten (Output) zu legen.

7.7 Benchmarking in der Branche: Druckereien

Laut Handwerkszählung[136] 2008 gibt es in Deutschland 1.442 Druckereien mit rund 14.500 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für Papier und Druckwerke betrug 2010 rund 0,8 TWh.[137] Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für Buchdrucker, Schriftsetzer und Drucker von rund 555.000 kWh/a ermitteln.

7.7.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Druckereien sollte für alle Betriebe, die unter den Gewerbezweig B1 40 der Handwerksordnung fallen, zugänglich und passend sein. Je nach Größe der Benchmark-Gruppe könnten weitere Unterteilungen in verschiedene Benchmark-Untergruppen geprüft werden:

Nach Verarbeitungsmengen:

- bis 1.000 Tonnen Papier pro Jahr
- mehr als 1.000 Tonnen Papier pro Jahr

Nach Produktionsschwerpunkten:

- NACE C 18.11 Drucken von Zeitungen
- NACE C 18.12 Drucken a. n. g
- NACE C 18.13 Druck- und Medienvorstufe
- NACE C 18.14 Binden von Druckerzeugnissen und verbundene Dienstleistungen

7.7.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess umfassen.

7.7.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv KMU-Initiative)

Im Rahmen der KMU-Initiative wurden 13 Druckereien beraten und die Ergebnisse für die Kennzahlenauswertung herangezogen. Mehr als 73 % des Gesamtenergieeinsatzes entfällt in dieser Branche auf die elektrische Energie, die in erster Linie für den Druck benötigt wird.

[136] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011a

[137] Vgl. Fraunhofer 2011

Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter kWh_e/MA	3.000	9.100	11.565	18.831	19.529
Gesamtenergie pro m² konditionierte Betriebsfläche kWh/m²	35	71	176	307	342
kWh/t Papier (Input)	450	595	681	857	2.211
kWh_e/t Papier	360	470	511	577	713
kWh_e/Produkt	196	526	631	666	795
kWh/Produkt	450	713	867	981	1.218

Tab. 22: Kennzahlen für Druckereien; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.7.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Die Auswertung der Beratungen in Druckereien hat ergeben, dass eine Kategorisierung der Druckereien nach Papiereinsatz Sinn macht. Will man eine Kennzahl nach den Produktionsmengen bilden, so müssen mehr Informationen zu den Produkten erhoben werden. Im Optimalfall sollte ein eigenes Benchmarkingsystem für Betriebe nach Produktionsschwerpunkten (NACE 18.11 – 18.14) erstellt werden.

- Gesamtenergieverbrauch / Rohmaterialeinsatz

Werden die Druckereien nach ihrem Papierverbrauch kategorisiert, ist der Trend erkennbar, dass größere Betriebe mit mehr als 1.000 t Papierinput höhere elektrische Energieeinsätze haben – im Durchschnitt 17.368 kWh Energieeinsatz pro Beschäftigtem - als die kleineren Betriebe mit 9.888 kWh.

- Elektrischer Energieeinsatz / konditionierte Fläche

Auch beim Kennwert elektrische Energie pro Fläche ist deutlich erkennbar, dass in Druckereien der Papiereinsatz, der als Indikator für die Betriebsgröße dient, eine geeignete Kategorisierung darstellt: Betriebe mit geringerem Papierverbrauch setzen mit 111 kWh/m² sichtbar weniger elektrische Energie ein als jene, die mehr als 1.000 t Papier verarbeiten. Der durchschnittliche elektrische Energieeinsatz der Druckereien aller Größenklassen, mit Ausnahme des Ausreißers, beträgt 180 kWh/m².

- Gesamtenergieverbrauch / Produktionsmenge

Für die Bildung dieser Kennzahl ist eine detailliertere Erhebung der Produkte und Produktionsmengen notwendig. Eine Einteilung in Untergruppen nach NACE 3-Stellern ist empfehlenswert. So können z. B. Druckereien, die hauptsächlich Zeitungen drucken, den spezifischen Energieverbrauch pro Tonne produzierter Zeitungen bilden.

7.7.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Rohmaterialeinsatz

Verarbeitete Tonnen Papier

Produkt bzw. Produktionsmenge

Erzeugte Produkte nach PRODCOM in Tonnen.

Zum Beispiel sind die Produkte nach PRODCOM für den NACE 4-Steller C 18.12 Drucken a. n. G (anderweitig nicht genannt) folgende:

- 18.12.14 Dienstleistungen des Druckens von Büchern, Landkarten, hydrografischen oder ähnlichen Karten aller Arten, Bildern, Zeichnungen und Fotografien und Ansichtspostkarten
- 18.12.14.07 Bücher, Broschüren und ähnliche Drucke in losen Bogen oder Blättern, auch gefalzt
- 18.12.14.14 Bücher, Broschüren und ähnliche Drucke (ausgenommen in losen Bogen oder Blättern)
- 18.12.14.21 Bilderalben, Bilderbücher und Zeichen- oder Malbücher, für Kinder
- 18.12.14.28 Wörterbücher und Enzyklopädien, auch in Form von Teilheften, festgebunden oder broschiert
- 18.12.14.35 Kartografische Erzeugnisse, in Form von Büchern oder Broschüren
- 18.12.14.42 Kartografische Erzeugnisse (ausgenommen in Form von Büchern oder Broschüren)
- 18.12.14.49 Bedruckte Postkarten, auch illustriert
- 18.12.14.56 Glückwunschkarten und bedruckte Karten mit persönlichen Mitteilungen, auch illustriert, auch mit Umschlägen oder Verzierungen aller Art
- 18.12.14.63 Bilder, Zeichnungen und Fotografien, gedruckt

7.8 Benchmarking in der Branche: Kfz- Werkstätten

Laut Handwerkszählung[138] 2008 gibt es in Deutschland 46.550 Kfz-Werkstätten mit rund 477.000 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für das Kfz-Gewerbe betrug 2010 rund 4,5 TWh.[139]

Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für einen Kfz-Gewerbebetrieb von rund 97.000 kWh/a ermitteln.

7.8.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für das Kfz-Gewerbe sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die unter den Gewerbezweig A 20 der Handwerksordnung fallen.

Je nach Größe der Benchmark-Gruppe könnten weitere Unterteilungen in verschiedene Benchmark-Untergruppen geprüft werden:

Nach Ausstattung des Betriebes

- Reine Werkstätten
- Werkstätten & Lackierbox
- Werkstätten & Schauraum
- Werkstätten, Schauraum & Lackierbox
- Werkstätten & Schauraum
- Etc.

Nach der Anzahl der bearbeiteten PKW

- Hier könnte noch die Art der Dienstleistung erhoben werden

7.8.2 Benchmarking-Grenze

Da es im Kfz-Gewerbebetrieb gewöhnlich mehrere Gebäude mit unterschiedlicher Nutzung gibt (Werkstatt, Lackierbox, Schauraum) ist genau festzulegen, für welche Bereiche der Energieverbrauch erhoben wurde.

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess umfassen. Ist eine getrennte Messung des Energieverbrauchs vorhanden, so können einzelne Bereiche als Benchmarkinggrenze definiert werden.

7.8.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv KMU-Initiative)

Von den 103 Beratungen von Kfz-Werkstätten im Rahmen der KMU-Initiative sind 90 Betriebe für die Kennzahlenauswertung geeignet. Nicht geeignet erschienen 7 Umsetzungsbe-

[138] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011a

[139] Vgl. Fraunhofer 2011

ratungen, eine abgelehnte Beratung und 4 Betriebe, bei denen es sich um keine typischen Kfz-Werkstätten handelt, wie etwa ein Betrieb der Industriebereifung oder eine LKW-Werkstatt.

Kategorie	Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Werkstätten	kWh_e/ Betriebs-stunde	4	7	9	13	15
Werkstätten & Lackierbox	kWh_e/ Betriebs-stunde	9	15	27	40	88
Werkstätten & Schauraum	kWh_e/ Betriebs-stunde	1	12	21	36	85
Werkstätten, Schauraum & Lackierbox	kWh_e/ Betriebs-stunde	6	25	38	53	312
Werkstätten & Schauraum	kWh/m² Schauflä-che	43	95	133	238	698
Werkstätten, Schauraum & Lackierbox	kWh/m² Schauflä-che	36	124	185	304	667
Werkstätten	kWh/bearbeitetes KFZ	28	37	42	53	73
Werkstätten & Lackierbox	kWh/bearbeitetes KFZ	27	101	155	309	751
Werkstätten & Schauraum	kWh/bearbeitetes KFZ	20	44	80	167	364
Werkstätten, Schauraum & Lackierbox	kWh/bearbeitetes KFZ	29	53	83	102	231

Tab. 23: Kennzahlen für Kfz-Werkstätten; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.8.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Die Auswertung der Beratungen in KFZ Werkstätten hat ergeben, dass eine Kategorisierung der Werkstätten nach ihrer Ausstattung (Lackierbox, Schauraum etc.) Sinn macht. Der Energieverbrauch pro Beschäftigten wurde zwar berechnet, es hat sich jedoch gezeigt, dass der Energieverbrauch von der Beschäftigtenzahl relativ unbeeinflusst ist.

- Gesamtenergieverbrauch / Dienstleistung (bearbeitete Fahrzeuge)

In den 88 Kfz-Werkstätten, die Angaben dazu gemacht haben, werden jährlich zwischen 50 und 27.500 Fahrzeuge bearbeitet. Der Durchschnitt liegt bei etwa 3.900 Kraftfahrzeugen. Eine detailliertere Erhebung der Art der Bearbeitung (Service, Lackieren, Spengeln etc.) könnte die Aussagekraft dieser Kennzahl noch deutlich erhöhen. Auch eine Clusterung nach der Anzahl der bearbeiteten Fahrzeuge pro Jahr könnte die Aussagekraft noch erhöhen.

- Gesamtenergieverbrauch / Fläche

Der Energieverbrauch pro konditionierte Gesamtfläche, pro Schauraumfläche oder pro Werkstattfläche könnte gebildet werden.

7.8.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Hier: wenn möglich unterteilt in Schauraum, Werkstätte und Lackierbox.

Dienstleistungen

Anzahl der bearbeiteten Fahrzeuge pro Jahr unterteilt in die Art der Bearbeitung wie Service, Reifenwechsel, Spenglerarbeiten, Lackierarbeiten etc.

7.9 Benchmarking in der Branche: Friseure

Laut Handwerkszählung[140] 2008 gibt es in Deutschland 52.625 Friseurbetriebe mit rund 251.000 Beschäftigten. Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Friseurbetrieb liegt laut Branchenerhebungen bei rund 30.000 kWh/a. Dabei werden etwa zu gleichen Teilen elektrische und thermische Energie eingesetzt. Die Hauptenergieverbraucher stellen Warmwasser, Heizung und Beleuchtung dar.

[140] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011a

7.9.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Friseurbetriebe sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die unter den Gewerbezweig A 38 der Handwerksordnung fallen.

7.9.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess umfassen.

7.9.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv KMU-Initiative)

Die Kennzahlen für Friseurbetriebe wurden aufgrund der Beratungsergebnisse von 37 österreichischen Friseurbetrieben erstellt.

Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergieeinsatz pro konditionierter Fläche [kWh / m²]	125	238	308	395	576
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	590	1.919	2.427	3.750	7.920
Gesamtenergieeinsatz pro Kunde in Betrieben < 0,1 Mio. EUR Umsatz [kWh / Kunde]	1,9	4,3	7,4	15,7	41,8
Gesamtenergieeinsatz pro Kunde in Betrieben mit Umsatz 0,1 – 0,3 Mio. EUR [kWh / Kunde]	1,5	3,0	5,7	8,9	12,4
Gesamtenergieeinsatz pro Kunde in Betrieben mit Umsatz > 0,3 Mio. EUR [kWh / Kunde]	1,3	3,2	8,0	12,3	14,6

Tab. 24: Kennzahlen für Friseure; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.9.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Zusätzlich zum spezifischen Energieverbrauch pro m² konditionierter Fläche, pro Mitarbeiter und pro Kunde sollte auch noch der spezifische Wasserverbrauch pro Kunde berechnet werden, da auch die Einsparmöglichkeiten z. B. mittels wassersparender Armaturen im Bereich Warmwasser zu den bedeutendsten Einsparungen im Friseurbetrieb zählen.

- Energieverbrauch / Kunde
- Energieverbrauch / m²
- Energieverbrauch / Mitarbeiter
- Wasserverbrauch / Kunde

7.9.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Anzahl Mitarbeiter

Die im Betrieb beschäftigten Personen in Vollzeitäquivalenten

Anzahl Kunden

Die Anzahl an bedienten Kunden pro Jahr

Wasserverbrauch

Die Erhebung des Wasserverbrauchs sollte noch neben der Erhebung des Energieverbrauchs erfolgen.

7.10 Benchmarking in der Branche: Textilreinigungsbetriebe

Laut Handwerkszählung[141] 2008 gibt es in Deutschland 1.535 gewerbliche Textilreiniger mit rund 29.000 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für Gewerbebetriebe in „Bekleidung, Leder, Textil“ betrug 2010 rund 0,6Wh.[142] Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch von rund 84.000 kWh/a ermitteln.

7.10.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für gewerbliche Textilreiniger sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die unter den Gewerbezweig B1 31 der Handwerksordnung fallen.

Eine Unterteilung der Textilreiniger kann anhand der Dienstleistungsschwerpunkte erfolgen:

Art des Betriebes:

- gewerbliche Wäscherei
- Putzerei (weniger Wasserverbrauch, da mehr Trockenreinigung)
- Mischbetrieb

Nach gereinigter Wäsche in kg:

- Bis 1 Tonne pro Tag
- Über 1 Tonne pro Tag

7.10.2 Benchmarking-Grenze

Nachdem viele Textilreiniger auch einen Mietwäsche-Service anbieten und die Wäsche zum Reinigen abholen und wieder zurückbringen, ist hier eindeutig festzulegen, ob der Transport der Wäsche auch im Benchmarking mit berücksichtigt werden soll.

Wenn ja, dann müssen Aufzeichnungen über die Transportkilometer (kg Wäsche transportiert) gemacht und dem Treibstoffverbrauch gegenübergestellt werden.

7.10.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv Branchenenergiekonzept)

Im Rahmen des von der Österreichischen Energieagentur geleiteten Programms “klima:aktiv energieeffiziente Betriebe” werden gezielte Branchenschwerpunkte gesetzt. 2011 wurde für die Textilreiniger ein Branchenenergiekonzept erstellt und aussagekräftige Kennzahlen ermittelt.

In Zusammenarbeit mit der Bundesinnung der Textilreiniger und Wäscher wurde ein Erhebungsbogen für die Branche ausgearbeitet. Von den Betrieben, die Erhebungsbogen ausge-

[141] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011a

[142] Vgl. Fraunhofer 2011

füllt haben, sind knapp die Hälfte der Betriebe Mischbetriebe, 30 % der Betriebe sind Putzereien und 24 % sind gewerbliche Wäschereien.

48,6 %, der Betriebe, die sich am Erhebungsbogen beteiligten, beschäftigen bis 9 Mitarbeiter. Knapp 30 % der beteiligten Betriebe haben zwischen 10 und 19 Mitarbeitern. 21,6 % der Betriebe, die am Erhebungsbogen mitgewirkt haben, haben mehr als 20 Mitarbeiter.

Der weitaus überwiegende Teil der Unternehmen, die sich an der Erhebung beteiligten, nämlich 73 %, haben einen jährlichen Stromverbrauch von unter 100.000 kWh, knapp 14 % haben einen Stromverbrauch zwischen 100.000 kWh und 1 Mio. kWh jährlich. Ein ähnlich hoher Anteil, nämlich knapp 11 % der Betriebe, hat einen jährlichen Stromverbrauch von über 1 Mio. kWh.

Die folgenden Energiekennzahlen wurden für die drei Gruppen Wäscherei, Putzerei oder Mischbetrieb erhoben.

Betriebsart	Kennzahl	Durchschnittswert
Putzerei	Elektrische Energie / kg gereinigte Wäsche [kWh_e / kg]	1,5
Putzerei	Thermische Energie / kg gereinigte Wäsche [kWh_{th} / kg]	3,25
Wäscherei	Elektrische Energie / kg gereinigte Wäsche [kWh_e / kg]	0,28
Wäscherei	Thermische Energie / kg gereinigte Wäsche [kWh_{th} / kg]	2,69
Mischbetrieb	Elektrische Energie / kg gereinigte Wäsche [kWh_e / kg]	0,9
Mischbetrieb	Thermische Energie / kg gereinigte Wäsche [kWh_{th} / kg]	3,86
Textilreiniger (gesamt)	Wasserverbrauch je gereinigter Menge [l / kg]	37,3
Textilreiniger	Hilfsmittelverbrauch je gereinigter Menge [kg / kg]	0,04

Tab. 25: Kennzahlen für Textilreinigungsbetriebe; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv Branchenenergiekonzept 2011

7.10.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Energieverbrauch / gereinigte Menge

Die aussagekräftigste Kennzahl für Textilreiniger ist der spezifische Energieverbrauch pro kg gereinigter Wäsche. Man kann auch noch eine Unterteilung in Nass- und Trockenreinigung vornehmen, sofern die Betriebe die Angaben dazu machen können.

- Wasserverbrauch / gereinigte Menge

Die Herstellung von Warm- und Heißwasser für die Wasch- und Reinigungsvorgänge ist sehr energieintensiv. Daher ist der spezifische Wasserverbrauch eine interessante Kennzahl für Textilreiniger.

- Hilfsmitteleinsatz / gereinigter Menge

Der spezifische Verbrauch von Reinigungs- und Waschmitteln (Hilfsmittel) ist auch eine interessante Kennzahl für Textilreiniger.

7.10.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Für die Berechnung von Energiekennzahlen in Textilreinigungsbetrieben ist die Erhebung folgender Daten wichtig:

Gereinigte Menge kg/a

Hier sollte die „gesamte gereinigte Menge pro Jahr in kg“ angegeben werden. Wenn möglich sollte diese Menge in Nass- und Trockenreinigung unterteilt werden.

Hilfsmitteleinsatz kg

Der Einsatz von Reinigungs- und Waschmitteln sollte erhoben werden, um den spezifischen Hilfsmitteleinsatz pro kg gereinigter Wäsche berechnen zu können.

Wasserverbrauch m³/a

Neben dem spezifischen Energieverbrauch ist für die Textilreiniger auch der spezifische Wasserverbrauch eine wichtige Kennzahl.

7.11 Benchmarking in der Branche: Lebensmittel-Einzelhandelsbetriebe

Die Anzahl der Lebensmittel-Einzelhandelsbetriebe[143] betrug 2009 in Deutschland 137.271 mit rund 2.426.000 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für den Lebensmittel-Einzelhandel betrug 2010 rund 14,3 TWh.[144]

Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für Lebensmittel-Einzelhandelsbetriebe von rund 104.000 kWh/a ermitteln.

7.11.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für den Lebensmittel-Einzelhandel sollte für alle Betriebe gelten, die unter den NACE 3-Steller „G 47.2 Einzelhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakwaren (in Verkaufsräumen)“ fallen.

Eine weitere Unterteilung in Subkategorien nach NACE 4-Stellern ist empfehlenswert:

- 47.21 Einzelhandel mit Obst, Gemüse und Kartoffeln
- 47.22 Einzelhandel mit Fleisch und Fleischwaren
- 47.23 Einzelhandel mit Fisch, Meeresfrüchten und Fischerzeugnissen
- 47.24 Einzelhandel mit Back- und Süßwaren
- 47.25 Einzelhandel mit Getränken
- 47.26 Einzelhandel mit Tabakwaren
- 47.29 Sonstiger Einzelhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln

Die Energieagentur NRW empfiehlt eine Einteilung der Betriebe des Lebensmitteleinzelhandels nach der Betriebsgröße

- < 100m²
- 101-150m²
- 151-250m²
- 251-400m²
- 400-1.000m²

7.11.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess vom Lagern bis zum Verkaufen umfassen.

[143] Vgl. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2011

[144] Vgl. Fraunhofer 2011

7.11.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv KMU-Initiative)

Die Kennzahlen für Lebensmittel-Einzelhandelsbetriebe wurden aufgrund der Beratungsergebnisse von 53 österreichischen Lebensmittelhändlern erstellt.

Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergieeinsatz pro konditionierte Fläche [kWh / m²]	63	293	393	526	804
Elektrische Energie pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	1.194	9.807	14.391	18.045	34.000
Gesamtenergieeinsatz pro Verkaufsfläche [kWh / m²]	66,1	400,2	472,8	555,0	1.015,2
Elektrischer Energieeinsatz pro Verkaufsfläche [kWh_e / m²]	12,7	247,4	341,0	483,0	1.013,2

Tab. 26: Kennzahlen für Lebensmittel-Einzelhandelsbetriebe; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.11.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Der spezifische Energieverbrauch pro Fläche ist eine geeignete Kennzahl für Betriebe des Lebensmitteleinzelhandels. Wenn auch noch eine Clusterung der Betriebe nach der Betriebsgröße vorgenommen wird, so kann die Aussagekraft der Kennzahl erhöht werden.

- Energieverbrauch / konditionierte Fläche
- Energieverbrauch / Verkaufsfläche

Nachdem für die Kühlung der Lebensmittel im Lebensmittel-Einzelhandel ca. 50 % des gesamten Energieverbrauchs eingesetzt werden, sollte wenn möglich eine Kennzahl, die den spezifischen Kühlenergieverbrauch anzeigt, ermittelt werden.

7.11.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Verkaufsfläche

Fläche Verkaufsraum ohne Lager in m²

Lagerfläche Kühllager

Fläche der Kühl- und Tiefkühllager in m²

Anzahl Mitarbeiter

Die im Betrieb beschäftigten Personen in Vollzeitäquivalenten

7.12 Benchmarking in der Branche: Einzelhandelsbetriebe im Nicht-Lebensmittelbereich

2009 betrug die Anzahl der Einzelhandelsbetriebe[145] im Nicht-Lebensmittelbereich in Deutschland 514.040 mit rund 4.130.000 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für den Nicht-Lebensmittel-Einzelhandel betrug 2010 rund 31,7 TWh.[146]

Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für Nicht-Lebensmittel-Einzelhandelsbetriebe von rund 62.000 kWh/a ermitteln.

7.12.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für den Nicht-Lebensmittel-Einzelhandel sollte für alle Betriebe gelten, die unter die NACE 4-Steller G 47.19 bzw. die Wirtschaftsklassen 47191-01 „Einzelhandel mit Nicht-Lebensmitteln (mit Einzelhandel mit Lebensmitteln an Verkaufsständen) und 4719-02 „Einzelhandel mit Nicht-Lebensmitteln“ fallen.

7.12.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess vom Lagern

bis zum Verkaufen umfassen.

7.12.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv KMU-Initiative)

Die Kennzahlen wurden aufgrund der Beratungsergebnisse von 97 österreichischen Einzelhändlern im Nicht-Lebensmittelbereich erstellt.

[145] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011

[146] Vgl. Fraunhofer 2011

Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergieeinsatz pro konditionierte Fläche [kWh / m²]	52	139	200	303	687
Elektrische Energie pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	208	3.383	5.381	8.800	24.015
Elektrischer Energieeinsatz / Verkaufsfläche [kWh_e / m²]	7,7	65,4	126,8	276,5	693,9

Tab. 27: Kennzahlen für Nicht-Lebensmittel-Einzelhandelsbetriebe; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.12.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Für Energiekennzahlen im Nicht-Lebensmittel-Einzelhandel werden bisher hauptsächlich die Betriebsgröße und die Anzahl der Mitarbeiter herangezogen.

7.12.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Verkaufsfläche

Fläche Verkaufsraum ohne Lager in m²

Anzahl Mitarbeiter

Die im Betrieb beschäftigten Personen in Vollzeitäquivalenten

7.13 Benchmarking in der Branche: Lebensmittel-Großhandelsbetriebe

Die Anzahl der Lebensmittel-Großhandelsbetriebe[147] betrug 2009 in Deutschland 10.272 mit rund 220.000 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für den Lebensmittel-Großhandel betrug 2010 rund 2,3 TWh.[148]

Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für Lebensmittel-Großhandelsbetriebe von rund 224.000 kWh/a ermitteln.

Der Bundesverband für den Großhandel, Außenhandel und Dienstleistungen BGA149 beschreibt das Kerngeschäft des Großhandels mit dem „Handel mit Produktions- und Konsumgütern“ sowie den dazugehörenden Dienstleistungen:

- Großhändler des Produktionsverbindungshandels beliefern ihre Kunden mit allen für die industrielle Produktion notwendigen Rohstoffen, Materialien und Halbfertigwaren und sorgen dabei für einen reibungslosen Ablauf.
- Baunahe Großhändler versorgen Bauhandwerk und Bauwirtschaft mit sämtlichen Materialien für den privaten, gewerblichen und öffentlichen Bau.
- Konsumgütergroßhändler beliefern den Einzelhandel, Apotheken, Gastronomie und Hotellerie mit Waren und sind damit die entscheidende Schnittstelle zum privaten Verbraucher.

7.13.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für den Lebensmittel-Großhandel sollte für alle Betriebe gelten, die unter den NACE 3-Steller „G 46.3 Großhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakwaren“ fallen.

Eine weitere Unterteilung in Subkategorien nach NACE 4-Stellern ist empfehlenswert.

- 46.31 Großhandel mit Obst, Gemüse und Kartoffeln
- 46.32 Großhandel mit Fleisch und Fleischwaren
- 46.33 Großhandel mit Milch, Milcherzeugnissen, Eiern, Speiseölen und Nahrungsfetten
- 46.34 Großhandel mit Getränken
- 46.35 Großhandel mit Tabakwaren
- 46.36 Großhandel mit Zucker, Süßwaren und Backwaren
- 46.37 Großhandel mit Kaffee, Tee, Kakao und Gewürzen

[147] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011

[148] Vgl. Fraunhofer 2011

[149] Vgl. BGA 2012: o.S.

- 46.38 Großhandel mit sonstigen Nahrungs- und Genussmitteln
- 46.39 Großhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakwaren, ohne ausgeprägten Schwerpunkt

Die Auswertung der KMU-Initiative hat ergeben, dass eine Gruppierung der Betriebe in Umsatzgrenzen empfehlenswert ist:

- Großhandel ≤1 Mio. Umsatz
- Großhandel 1 bis 10 Mio. Umsatz
- Großhandel > 10 Mio. Umsatz

Eine weitere Unterteilung in „Tonnen Warenumschlag“ sollte untersucht werden.

7.13.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess vom Lagern bis zum Verkaufen umfassen. Es ist zu entscheiden, ob der Transport der Handelsgüter in die Benchmarking-Grenze aufgenommen wird.

7.13.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv KMU-Initiative)

Die Kennzahlen für Großhandelsbetriebe wurden aufgrund der Beratungsergebnisse von 24 österreichischen Großhändlern erstellt.

Kennzahl Großhandel ≤1 Mio. Euro Umsatz	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergie pro m² konditionierte Betriebsfläche [kWh / m²]	16	286	566	1677	2778
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	900	1250	2061	5355	5624
kWh_e/Betriebsstunde	0,5	1,8	2,4	5,5	10,2
Gesamtenergieeinsatz pro Tonne Warenumschlag [kWh/t]	150,0	1012,8	1963,0	20.886,3	75.011,6

Tab. 28: Kennzahlen für Lebensmittel-Großhandelsbetriebe <1 Mio.; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

Kennzahl Großhandel 1 bis 10 Mio. Euro Umsatz	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergie pro m² konditionierte Betriebsflä-che [kWh / m²]	35	97	171	262	379
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	1.279	1.812	2.734	4.937	5.857
kWh_e/Betriebsstunde	2,9	12,8	18,0	44,6	85,7
Gesamtenergieeinsatz pro Tonne Warenumschlag [kWh/t]	66,0	224,0	383,1	573,2	647,2

Tab. 29: Kennzahlen für Lebensmittel-Großhandelsbetriebe 1-10 Mio.; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: KMU-Initiative

Kennzahl Großhandel > 10 Mio. Euro Umsatz	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergie pro m² konditionierte Betriebsflä-che [kWh / m²]	116	117	118	228	338
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	1.397	2.011	2.625	3.023	3.421
kWh_e/Betriebsstunde	4,2	14,6	25,0	30,0	34,9

Tab. 30: Kennzahlen für Lebensmittel-Großhandelsbetriebe >10 Mio.; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: KMU-Initiative

7.13.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Energieverbrauch / Betriebsfläche
- Energieverbrauch / Mitarbeiter
- Energieverbrauch / Warenumschlag
- Treibstoffverbrauch / Tonnenkilometer

7.13.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Verkaufsfläche

Fläche Verkaufsraum ohne Lager in m²

Lagerfläche Kühllager

Fläche der Kühl- und Tiefkühllager in m²

Anzahl Mitarbeiter

Die im Betrieb beschäftigten Personen in Vollzeitäquivalenten

Produktionsmenge

Warenumschlag in Tonnen pro Jahr

Tonnenkilometer

Zählt der Transport zur Benchmarking-Grenze, so müssen auch die jährlichen Transportkilometer und transportierten Mengen erhoben werden.

7.14 Benchmarking in der Branche: Hotels, Gasthöfe und Pensionen

Die Anzahl der Hotels, Gasthöfe und Pensionen[150] betrug 2009 in Deutschland 34.567 mit rund 365.000 Beschäftigten. Der Endenergieverbrauch für Beherbergung und Gaststätten betrug 2010 rund 39,5 TWh.[151]

Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für Beherbergung und Gaststätten von rund 228.000 kWh/a ermitteln, wobei für die Beherbergungsbetriebe ein höherer Verbrauch angenommen werden kann als für die Gaststätten.

Der Durchschnittsverbrauch für österreichische Gastronomiebetriebe, die in der KMU-Initiative beraten wurden, beträgt ca. 153.000 kWh/a und für 3- und 4- Sterne Hotels rund 670.000 kWh.

7.14.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Beherbergungsbetriebe sollte für alle Betriebe gelten, die unter den NACE 3-Steller „I 55.1 Hotels, Gasthöfe und Pensionen“ fallen.

Eine Bildung von Untergruppen kann bei Hotels zum Beispiel anhand der Sterne erfolgen. Weitere Untergruppen können anhand der Ausstattung getroffen werden, wie etwa

- Eigene Wäscherei
- Restaurantbetrieb
- Wellness-Bereich
- Etc.

7.14.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess umfassen. Je nach Ausstattung können neben den Gästezimmern auch Wäscherei, Lagerräume, Wellness-Bereiche und Küche sowie Restaurant angehören.

7.14.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien

7.14.3.1 klima:aktiv KMU-Initiative

In der KMU-Initiative wurden vorrangig 3- und 4 Sterne Hotels beraten. Die Kennzahlen basieren auf den Beratungsergebnissen von 78 österreichischen Hotels.

Raumwärme stellt mit Abstand den relevantesten Hauptverbraucher dar, gefolgt vom Warmwasser, den Stromverbrauchern ohne Antriebe, der Beleuchtung und der Kühlung. In jedem der untersuchten Hotels werden jährlich etwa 670 MWh Energie eingesetzt.

[150] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011a

[151] Vgl. Fraunhofer 2011

Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergie pro m² konditionierte Fläche [kWh / m²]	47	184	244	351	716
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	4.219	10.936	13.333	16.250	30.159
kWh_e/Betriebsstunde	0,6	20,7	30,0	65,0	178,5
Elektrischer Energieeinsatz pro Sitzplatz im Restaurant [kWh_e / Sitzplatz]	18,3	730,5	1.398,2	2.388,9	5.966,8
Elektrischer Energieeinsatz pro Nächtigung [kWh_e / Nächtigung]	3,4	11,4	15,4	31,5	52,2
Elektrischer Energieeinsatz pro Bett [kWh_e / Bett]	380,5	1.812,5	2.346,0	4.800,0	11.728,4

Tab. 31: Kennzahlen für Gastronomiebetriebe; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.14.3.2 klima:aktiv Energiemanagement in Hotellerie und Gastronomie

Die Österreichische Energieagentur hat im Rahmen des klima:aktiv Programms “Bauen & Sanieren” einen Leitfaden für Hotellerie und Gastronomie erstellt. Dieser Leitfaden bietet Hilfestellung, um in einem ersten Schritt die aktuelle Energiesituation in einem Tourismusbetrieb einzuschätzen.

Anhand der unten dargestellten Kennzahlen für den spezifischen Strom-, Wasser- und Wärmeverbrauch können die Energiesparpotenziale in den Kategorien 1-2* Hotels, 3-4* Hotels und 5* Hotels abgeschätzt werden.

1.2 1-2* Hotel

Strom	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Stromverbrauch pro m² Bruttogrundfläche [kWh/m²BGF]	< 20	> 20	> 50
Stromverbrauch pro Übernachtung [kWh/ÜN]	< 4	> 4	> 10
Stromverbrauch pro Bett [kWh/B]	< 500	> 500	> 900

Wasser	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Wasserverbrauch pro m² Bruttogrundfläche [l/m² BGF]	< 600	> 600	> 900
Wasserverbrauch pro Übernachtung [l/ÜN]	< 200	> 200	> 350
Wasserverbrauch pro Bett [l/B]	< 18.000	> 18.000	> 32.000

Wärme	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Wärmeverbrauch pro m² Bruttogrundfläche [kWh/m² BGF]	< 50	> 50	> 90
Wärmeverbrauch pro Übernachtung [kWh/ÜN]	< 20	> 20	> 45
Wärmeverbrauch pro Bett [kWh/B]	< 1.200	>1.200	> 4.000

1.3 3-4* Hotel

Strom	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Stromverbrauch pro m² Bruttogrundfläche [kWh/m² BGF]	< 30	> 30	> 60
Stromverbrauch pro Übernachtung [kWh/ÜN]	< 10	> 10	> 15
Stromverbrauch pro Bett [kWh/B]	< 1.000	> 1.000	> 3.000

Wasser	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Wasserverbrauch pro m² Bruttogrundfläche [l/m² BGF]	< 700	> 700	> 1.000
Wasserverbrauch pro Übernachtung [l/ÜN]	< 240	> 240	> 350
Wasserverbrauch pro Bett [l/B]	< 25.000	> 25.000	> 45.000

Wärme	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Wärmeverbrauch pro m² Bruttogrundfläche [kWh/m² BGF]	< 50	> 50	> 95
Wärmeverbrauch pro Übernachtung [kWh/ÜN]	< 18	> 18	> 30
Wärmeverbrauch pro Bett [kWh/B]	< 1.900	> 1.900	> 4.500

1.4 5* Hotel

Strom	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Stromverbrauch pro m^2 Bruttogrundfläche [kWh/m^2 BGF]	< 60	> 60	> 110
Stromverbrauch pro Übernachtung [kWh/ÜN]	< 15	> 15	> 30
Stromverbrauch pro Bett [kWh/B]	< 1.500	> 1.500	> 4.000

Wasser	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Wasserverbrauch pro m^2 Bruttogrundfläche [l/m^2 BGF]	< 800	> 800	> 1.200
Wasserverbrauch pro Übernachtung [l/ÜN]	< 300	> 300	> 400
Wasserverbrauch pro Bett [l/B]	< 30.000	> 30.000	> 70.000

Wärme	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Wärmeverbrauch pro m^2 Bruttogrundfläche [kWh/m^2 BGF]	< 70	> 70	> 120
Wärmeverbrauch pro Übernachtung [kWh/ÜN]	< 25	> 25	> 60
Wärmeverbrauch pro Bett [kWh/B]	< 2.500	> 2.500	> 6.500

Tab. 32: Kennzahlen für Beherbergungsbetriebe; nach klima:aktiv Studie

Quelle: klima:aktiv - Energiemanagement in der Hotellerie und Gastronomie 2009

7.14.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Energieverbrauch / konditionierte Fläche
- Energieverbrauch / Übernachtung
- Energieverbrauch / Bett
- Wasserverbrauch / konditionierte Fläche
- Wasserverbrauch / Übernachtung
- Wasserverbrauch / Bett

7.14.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Anzahl der Betten

Anzahl der Betten (stellt die Beherbergungskapazität dar)

Anzahl der Übernachtungen

Übernachtungen pro Jahr (stellt die Bettenauslastung dar)

7.15 Benchmarking in der Branche: Restaurants, Gaststätten, Imbissstuben, Cafés, Eissalons u. Ä.

Die Anzahl der Hotels, Gasthöfe und Pensionen betrug 2009 in Deutschland 96.603 mit rund 667.000 Beschäftigten.[152] Der Endenergieverbrauch für Beherbergung und Gaststätten betrug 2010 rund 39,5 TWh.[153]

Daraus lässt sich ein durchschnittlicher Energieverbrauch für Beherbergung und Gaststätten von rund 228.000 kWh/a ermitteln, wobei für die Beherbergungsbetriebe ein höherer Verbrauch angenommen werden kann als für die Gaststätten. Der Durchschnittsverbrauch für österreichische Gastronomiebetriebe, die in der KMU-Initiative beraten wurden, beträgt ca. 153.000 kWh/a und für 3- und 4- Sterne Hotels rund 670.000 kWh.

7.15.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Restaurants und Gaststätten sollte für alle Betriebe gelten, die unter den NACE 3-Steller „I 56.1 Restaurants, Gaststätten, Imbissstuben, Cafés, Eissalons u. Ä.“ fallen. Eine Bildung von Untergruppen kann anhand der einzelnen Betriebsarten erfolgen. Im Rahmen der KMU-Initiative wurde eine Gruppierung in Größenklassen anhand der Mitarbeiteranzahl durchgeführt:

- 1-2 Mitarbeiter
- 3-5 Mitarbeiter
- 6-20 Mitarbeiter
- Mehr als 20 Mitarbeiter

7.15.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess umfassen. Je nach Art des Betriebs kann Küche, Restaurant, Lagerraum gekühlt und ungekühlt involviert sein.

7.15.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien

7.15.3.1 klima:aktiv KMU-Initiative

Die Kennzahlen für Gastronomiebetriebe wurden aufgrund der Beratungsergebnisse von 128 österreichischen Gastronomiebetrieben erstellt. In den 128 untersuchten Betrieben wird etwa zur Hälfte elektrische wie thermische Energie vor allem für Raumwärme, Stromverbraucher ohne Antriebe, Warmwasser, Kühlung und Beleuchtung eingesetzt.

[152] Vgl. Statistisches Bundesamt 2011

[153] Vgl. Fraunhofer 2011

Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergie pro m² konditionierte Fläche (über alle 128 Betriebe) [kWh/m²]	121	325	473	699	1700
Gesamtenergie pro m² konditionierte Fläche (1-2 Mitarbeiter) [kWh/m²]	130	275	400	546	772
Gesamtenergie pro m² konditionierte Fläche (3-5 Mitarbeiter) [kWh/m²]	121	302	430	708	1.171
Gesamtenergie pro m² konditionierte Fläche (6-20 Mitarbeiter) [kWh/m²]	235	393	530	681	1.066
Gesamtenergie pro m² konditionierte Fläche (>20 Mitarbeiter) [kWh/m²]	136	408	899	1.373	2.100
Elektrischer Energieeinsatz pro Mitarbeiter [kWh_e/MA]	470	8.798	12.243	17.756	44.635
Gesamtenergie pro Mahlzeit (1-2 Mitarbeiter) [kWh/Mahlzeit]	1,8	7,7	10,0	16,3	30,3
Gesamtenergie pro Mahlzeit (3-5 Mitarbeiter) [kWh/Mahlzeit]	1,3	5,6	9,7	16,0	28,1
Gesamtenergie pro Mahlzeit (6-20 Mitarbeiter) [kWh/Mahlzeit]	1,7	4,5	6,0	9,6	14,7
Gesamtenergie pro Mahlzeit (>20 Mitarbeiter) [kWh/Mahlzeit]	1,1	1,2	4,0	6,3	9,7
Gesamtenergie pro Sitzplatz (1-2 Mitarbeiter) [kWh/Sitzplatz]	325,5	671,6	888,0	1198,8	1916,4
Gesamtenergie pro Sitzplatz (3-5 Mitarbeiter) [kWh/Sitzplatz]	262,9	929,3	1287,1	1726,5	2253,6
Gesamtenergie pro Sitzplatz (6-20 Mitarbeiter) [kWh/Sitzplatz]	452,4	1088,6	1563,7	2172,2	3553,3
Gesamtenergie pro Sitzplatz (>20 Mitarbeiter) [kWh/Sitzplatz]	318,8	681,2	2651,4	4424,7	7391,1

Tab. 33: Kennzahlen für Gastronomiebetriebe; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

7.15.3.2 klima:aktiv Energiemanagement in Hotellerie und Gastronomie

Die Österreichische Energieagentur hat im Rahmen des klima:aktiv Programms “Bauen & Sanieren” einen Leitfaden für Hotellerie und Gastronomie erstellt. Dieser Leitfaden bietet Hilfestellung, um in einem ersten Schritt, die aktuelle Energiesituation in einem Tourismusbetrieb einzuschätzen. Anhand der unten dargestellten Kennzahlen für den spezifischen Strom-, Wasser- und Wärmeverbrauch können die Energiesparpotenziale im “Gasthaus und Gastronomiebetrieb” abgeschätzt werden.

1.1 Gasthaus, Gastronomiebetrieb

Strom	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Stromverbrauch pro m² Bruttogrundfläche [kWh/m²BGF]	< 20	> 20	> 60
Stromverbrauch pro Mahlzeit [kWh/MZ]	< 2	> 2	> 7

Wasser	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Wasserverbrauch pro m² Bruttogrundfläche [l/m² BGF]	< 800	> 800	> 1.200
Wasserverbrauch pro Mahlzeit [l/MZ]	< 30	> 30	> 60

Wärme	GUT	EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN	ERHEBLICHES EINSPARPOTENZIAL VORHANDEN
Wärmeverbrauch pro m² Bruttogrundfläche [kWh/m² BGF]	< 50	> 50	> 90
Wärmeverbrauch pro Mahlzeit [kWh/MZ]	< 3	> 3	> 9

Tab. 34: Kennzahlen für Gastronomiebetriebe; nach klima:aktiv Studie

Quelle: klima:aktiv – Energiemanagement in Hotellerie und Gastronomie 2009

7.15.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Energieverbrauch / konditionierte Fläche
- Energieverbrauch / Sitzplatz
- Energieverbrauch / Mahlzeit
- Wasserverbrauch / konditionierte Fläche
- Wasserverbrauch / Mahlzeit

7.15.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Anzahl der Sitzplätze im Restaurant

Anzahl der Sitzplätze im Restaurantbereich

Anzahl der Mahlzeiten

Produzierte Mahlzeiten pro Jahr

7.16 Benchmarking in der Branche: Bürobetriebe

Der Endenergieverbrauch für „Büroähnliche Betriebe“ betrug 2010 rund 108,6 TWh.[154] Bürobetriebe sind quer über alle Branchen zu finden. Die „typischen Bürobetriebe“ sind in den NACE Klassen K, L, M, N und O zu finden.

- K Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen
- L Grundstücks- und Wohnungswesen
- M Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen
- N Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen
- O Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung

7.16.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Bürobetriebe sollte für alle Branchen, die zu den „Büroähnlichen Betrieben“ zählen, zugänglich und passend sein.

7.16.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Dienstleistungsprozess umfassen.

7.16.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv KMU-Initiative)

Die Kennzahlen für Bürobetriebe wurden aufgrund der Beratungsergebnisse von 78 österreichischen Bürobetrieben erstellt.

Kennzahl	Minwert	unteres Quartil	Median	oberes Quartil	Maxwert
Gesamtenergieeinsatz pro konditionierte Fläche [kWh / m²]	37	128	176	246	527
Elektrische Energie pro Mitarbeiter [kWh_e / MA]	400	1.168	1.667	2.712	28.000

Tab. 35: Kennzahlen für Bürobetriebe; im Rahmen der KMU-Initiative

Quelle: klima:aktiv - KMU-Initiative 2011

[154] Vgl. Fraunhofer 2011

7.16.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Energieeinsatz / konditionierte Fläche
- Energieeinsatz / Mitarbeiter

7.16.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Anzahl Mitarbeiter

Die im Betrieb beschäftigten Personen in Vollzeitäquivalenten

7.17 Benchmarking in der Branche: Krankenhäuser

Der Endenergieverbrauch für „Krankenhäuser, Schulen und Bäder“ betrug 2010 in Deutschland rund 51 TWh.[155] Die 2.064 Krankenhäuser[156] beschäftigen rund 1.113.000 Personen.

7.17.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Krankenhäuser sollte für alle Krankenhaustypen zugänglich und passend sein. Dabei hat sich in einer Untersuchung der „Landesinitiative Zukunftsenergien NRW“ eine Gruppierung der Krankenhäuser nach Bettenanzahl als zweckmäßig herausgestellt.

- Kategorie I 1 – 250 Betten
- Kategorie II 251 – 450 Betten
- Kategorie III 451 – 650 Betten
- Kategorie IV 651 – 1.000 Betten
- Kategorie V über 1.000 Betten

7.17.2 Benchmarking-Grenze

Krankenhäuser haben oft mehrere Gebäude an einem Standort. Wenn die Energieverbräuche für einzelne Gebäude bekannt sind, kann die Benchmarking-Grenze um die einzelnen Gebäude gezogen werden. Meistens sind jedoch nur die Gesamtenergieverbräuche für das gesamte Krankenhaus mit allen Gebäuden bekannt. In diesem Fall bildet der gesamte Dienstleistungsprozess im Krankenhaus die Benchmarking-Grenze.

7.17.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (Landesinitiative Zukunftsenergien NRW)

Im Projekt “Rationelle Energienutzung in Krankenhäusern” wurden bis Ende 2003 von mehr als 600 deutschen Krankenhäusern Verbrauchs- und Kostenkennwerte erfasst und in einer Benchmarking-Datenbank zusammengeführt. Diese in der folgenden Tabelle angegebenen Kennwerte ermöglichen die Einschätzung der Einsparpotenziale in Krankenhäusern.

Kennzahl	Bettenkategorie	Durchschnittswert
Spezifischer Wasserverbrauch pro Bett [m³ / Bett / a]	1 – 250 Betten	108,8
Spezifischer Wasserverbrauch pro m² Nettogrundfläche [m³ / m²/ a]	1 – 250 Betten	1,58

[155] Vgl. Fraunhofer 2011

[156] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012a

Spezifischer Wasserverbrauch pro Pflegetag [m³ / PT / a]	1 – 250 Betten	0,37
Spezifischer Wasserverbrauch pro Bett [m³ / Bett / a]	251 – 450 Betten	123,9
Spezifischer Wasserverbrauch pro m² Nettogrundfläche [m³ / m²/ a]	251 – 450 Betten	1,87
Spezifischer Wasserverbrauch pro Pflegetag [m³ / PT / a]	251 – 450 Betten	0,42
Spezifischer Wasserverbrauch pro Bett [m³ / Bett / a]	451 – 650 Betten	122,8
Spezifischer Wasserverbrauch pro m² Nettogrundfläche [m³ / m²/ a]	451 – 650 Betten	1,59
Spezifischer Wasserverbrauch pro Pflegetag [m³ / PT / a]	451 – 650 Betten	0,41
Spezifischer Wasserverbrauch pro Bett [m³ / Bett / a]	651 – 1.000 Betten	141
Spezifischer Wasserverbrauch pro m² Nettogrundfläche [m³ / m²/ a]	651 – 1.000 Betten	1,79
Spezifischer Wasserverbrauch pro Pflegetag [m³ / PT / a]	651 – 1.000 Betten	0,45
Spezifischer Wasserverbrauch pro Bett [m³ / Bett / a]	über 1.000 Betten	137,3
Spezifischer Wasserverbrauch pro m² Nettogrundfläche [m³ / m²/ a]	über 1.000 Betten	1,31
Spezifischer Wasserverbrauch pro Pflegetag [m³ / PT / a]	über 1.000 Betten	0,45

Tab. 36: Kennzahlen für Krankenhäuser; im Rahmen Landesinitiative Zukunftsenergien NRW

Quelle: Landesinitiative Zukunftsenergien NRW 2003

Die erste Auflage des Leitfadens, erschienen im Jahr 2003, war die erfolgreichste Auflage eines Branchenenergiekonzepts des Landes NRW. Nachdem die Erstausgabe vergriffen war, die Nachfrage nach wie vor hoch war, entschied das Ministerium für Wirtschaft, Mittel-

stand und Energie (MWME NRW) in Düsseldorf eine Neuauflage des Leitfadens anzufertigen. Die Neuauflage wurde von der Energieagentur NRW umgesetzt. Benchmarkingergebnisse aus 10 Bilanzjahren (bis 2008) von über 700 Krankenhäusern bilden eine solide und aussagekräftige Grundlage und zeigen Entwicklungstendenzen über die vergangenen Jahre auf. Die folgende Abbildung zeigt die im Bilanzjahr 2008 ermittelten Durchschnittswerte:

Kategorie	Wärme-Kennwerte			Strom-Kennwerte			Wasser-Kennwerte		
	pro Bett	pro NGF	pro Fz	pro Bett	pro NGF	pro Fz	pro Bett	pro NGF	pro Fz
I	21.750	231	1.092	9.897	106	376	117	1,30	5,8
II	23.044	240	724	11.340	117	352	107	1,15	3,4
III	24.585	250	876	13.129	138	441	121	1,22	4,4
IV	21.514	238	1.081	11.305	127	671	108	1,21	5,9
V	27.887	229	619	15.438	118	331	142	0,88	3,0
I...V	22.932	238	929	11.358	119	411	115	1,22	4,8

Tab. 37: Mittlere Verbrauchskennwerte des Bilanzjahres 2008, Leitfaden Rationelle Energienutzung im Krankenhaus

Quelle: EA.NRW 2010

7.17.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Wärme-Kennwerte pro Nettogrundfläche

Der Wärme-Kennwert pro NGF in der Kategorie I und der Kategorie II ist über die Bilanzjahre 2000 bis 2008 nach leichten Anstiegen in den Jahren 2003 (Kat. II) und 2004 sowie 2005 (Kat. I) insgesamt gefallen.

Wärme-Kennwerte pro Bett

Die Wärme-Kennwerte pro Bett verhalten sich über die jeweiligen Bilanzjahre nicht so einheitlich wie die Wärme-Kennwerte pro m² NGF. Zwar liegt der bettenbezogene Kennwert mit 21.750 kWh/Bett in der Kategorie I in 2008 leicht (4 %) unter dem Wert von 2000 (22.613 kWh/Bett), allerdings war der bettenbezogene Wärme-Kennwert in den Jahren 2002 (19.253 kWh/Bett) und 2003 (19.126 kWh/Bett) bereits unter dem Niveau von 2008. Auch der Wärme-Kennwert in der Kategorie II ist gegenüber 2000 nur minimal (4 %) gefallen.

Strom-Kennwerte pro Nettogrundfläche

Die flächenbezogenen Strom-Kennwerte pro m²NGF der einzelnen Kategorien variieren stark und lassen einen allgemeinen Trend und einheitlichen Vergleich der verschiedenen Kategorien über den Betrachtungszeitraum nicht eindeutig zu.

Strom-Kennwerte pro Bett

Die Strom-Kennwerte pro Bett weisen im Mittel in den einzelnen Kategorien und somit auch insgesamt einen steigenden Trend auf. Lediglich die bettenbezogenen Kennwerte der Kategorie V sind im Bilanzjahr 2008 im Vergleich zu den Jahren zuvor gefallen, liegen aber trotzdem über dem Niveau des Bilanzjahres 2000.

Wasser-Kennwerte pro Nettogrundfläche

Die Wasser-Kennwerte pro m²NGF weisen im Mittel in allen Kategorien fallende Trendlinien auf. In der Kategorie II ist die Reduzierung der Kennwerte besonders stark. Der Wasserverbrauch von 1,98 m³ pro m²NGF im Jahr 2000 ist um fast 40 % auf 1,15 m³ pro m²NGF im Jahr 2008 gefallen.

Wasser-Kennwerte pro Bett

Die bettenbezogenen Wasser-Kennwerte sind über den Betrachtungszeitraum insgesamt minimal gefallen. In der Kategorie I ist der Wert des Bilanzjahres 2008 mit 117 m³ Wasserverbrauch pro Bett größer als der bettenbezogene Wasser-Kennwert in 2000. Der Kennwert aus dem Bilanzjahr 2008 in der Kategorie II ist im Vergleich zum Bilanzjahr 2000 um ca. 5 % gefallen.

7.17.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

In dem Fragebogen werden die Jahresverbräuche und -kosten für alle eingehenden Brennstoff-, Strom-, Wasser- und Abwassermengen, Angaben zur Wärmeerzeugung, Kälteerzeugung und Klimatechnik sowie weitere Prozessdaten für hauseigene Wäscherei, Sterilisation und Küche abgefragt.

Im Einzelnen werden folgende Daten erfasst:

Stammdaten

Name und Anschrift des Krankenhauses, Ansprechpartner

Bezugsdaten

Bettenzahl, Fallzahl, Pflegetage, Nettogrundfläche, Gesamtkosten des Krankenhauses

Wärmeenergie

Kosten und Verbräuche von Erdgas, Heizöl, Fernwärme und sonstigen Brennstoffen

Elektroenergie

Kosten und Verbräuche Fremdstrom und Eigenstrom, Leistungsspitze, Angaben zum Blockheizkraftwerk

Wasser und Abwasser

Kosten und Mengen von fremdbezogenem und eigengefördertem Wasser sowie Abwasser

Angaben zur Korrektur des Heizwärmebedarfs

Angaben zu prozessbedingten Verbräuchen in hauseigener Wäscherei, Sterilisation und Küche

Technischer Dienst

Anzahl Mitarbeiter technischer Dienst, Medizintechnik und gesamtes Krankenhaus, Personal- und Sachkosten für Instandhaltung der technischen Anlagen

Wärmeerzeugung

Anzahl und Leistung von Hochdruck- und Niederdruck-Dampferzeugern, Anzahl und installierte Leistung von Heißwassererzeugern

Kälteerzeugung

Anzahl und installierte Leistung von Kompressions- und Absorptionskältemaschinen sowie Angaben über deren Versorgung mit Heißwasser, Dampf und Fernwärme

Klimatechnik

Anzahl und installierte Leistung von Klimaanlage sowie deren Ausstattung mit einer Wärmerückgewinnung

Bezugsgrößen

Aus den im Fragebogen erhobenen Verbrauchsmengen und Kosten wurden die eigentlichen Kennwerte gebildet, indem die Angaben mit Hilfe der drei Bezugsgrößen

- Anzahl Planbetten [-],
- Nettogrundfläche NGF [m²NGF] und
- Fallzahlen [Fz/a]

normiert wurden.

Als Nettogrundfläche (NGF) ist dabei nach DIN 277 die Summe aller begehbaren Flächen (Nutzfläche + Funktionsfläche + Verkehrsfläche) in den Geschossen eines Gebäudes definiert. Sie ergibt sich aus der Bruttogrundfläche (BGF) abzüglich der für das Mauerwerk notwendigen Konstruktionsfläche (KF). Abb. 4-2 verdeutlicht die Zusammenhänge der Flächen.

Fallzahlen (Fz): Seit 2003 werden die stationären Fallzahlen anstelle der Pflegetage als Bezugsgröße herangezogen. Fallzahlen bezeichnen die in einem Berichtsjahr im Krankenhaus behandelte Anzahl an Patienten. Durch die Erweiterung des Benchmarking um die Flächen- und Fallzahlen-Kennwerte, ist es zusätzlich möglich, neben der reinen Bettenzahl auch anhand der Auslastung sowie anhand der Größe der Gebäudeflächen zu vergleichen.

7.18 Benchmarking in der Branche: industrielle Fleischverarbeitungsbetriebe

In Deutschland zählen knapp 1.200 Betriebe zur Branche „Schlachten und Fleischverarbeitung nach NACE C 10.1“. Die größte Untergruppe ist die Gruppe 10.13 Fleischverarbeitung ohne Schlachten. Diese 917 industriellen Fleischverarbeitungsbetriebe[157] beschäftigen rund 81.000 Personen.

7.18.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für industrielle Fleischverarbeitungsbetriebe sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die zum NACE 4-Steller 10.13 Fleischverarbeitung ohne Schlachten zählen. Schlachtbetriebe sind von der Benchmarking-Zielgruppe ausgeschlossen.

7.18.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte in erster Linie die Produktion, also den gesamten Fleischverarbeitungsprozess umfassen. Viele industrielle Fleischverarbeitungsbetriebe verfügen auch über hauseigene Fahrzeugflotten. Soll auch der Energieverbrauch für den Transport mit einbezogen werden, so muss das entsprechend festgelegt werden und der Treibstoffverbrauch sowie die Tonnenkilometer müssen erhoben werden.

7.18.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien

7.18.3.1 Bayrisches Landesamt für Umweltschutz

Das Bayrische Landesamt für Umweltschutz hat zur Unterstützung der Selbstverpflichtungserklärung der deutschen Industrie zur Senkung der spezifischen CO_2-Emissionen und des spezifischen Energieverbrauchs ein Projekt zur “Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung“ initiiert.

In einer Studie, die vom Bayrischen Landesamt für Umweltschutz für Fleischverarbeitende Betriebe beauftragt wurde, wurden am Beispiel eines untersuchten Betriebes Energieeinsparpotenziale aufgezeigt und branchenspezifische Energiekennzahlen angegeben, mit denen die gesamte Branche ihren Energieeinsatz für die Produktion bewerten kann.

Für den im Detail untersuchten Betrieb wurden Energiekennzahlen ermittelt, die den Energieverbrauch oder –bezug pro Nutzfläche (konditionierte Bruttogrundfläche) und pro Produktionsmengen (im Gegensatz zum Rohmaterialeinsatz) anzeigen. Zusätzlich wurden auch prozessbezogene Kennzahlen ermittelt, die hier jedoch nicht angegeben werden.

Die Produktionsmenge wird durch die einfache Summierung aller Produkte ermittelt (Gesamtproduktion in Tonnen = t Brühwurst + t Kochwurst + t Rohwurst + t Fleischwaren). Im

[157] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

BESS-Projekt wäre das die „nicht angepasste Produktion“ (ohne Verwendung der Anpassungsfaktoren).

Der untersuchte Betrieb hat eine jährliche Produktion von 8.188 Tonnen, einen Gasbezug von 8.038 MWh/a, einen Strombezug von 3.709 MWh/a und einen Wasserbezug von 59.835 m³/a.

Der Nutzenergieverbrauch beträgt für Wärme 6.398 MWh/a und für Strom 4.829 MWh (davon 1.120 MWh Erzeugung durch BHKW) pro Jahr. Der Warmwasserverbrauch beträgt 21.003 m³/a.

Kennzahl	Werte des untersuchten Betriebs
Gasbezug / Nutzfläche	474 kWh/m²/a
Gasbezug / Produktionsmenge	982 kWh/t
Strombezug / Nutzfläche	219 kWh/m²/a
Strombezug / Produktionsmenge	453 kWh/t
Wasserbezug / Nutzfläche	3,53 m³/m²/a
Wasserbezug / Produktionsmenge	7,31 m³/t
Wärmeverbrauch / Nutzfläche	377 kWhth/m²
Wärmeverbrauch / Produktionsmenge	781 kWhth/t
Stromverbrauch / Nutzfläche	285 kWhe/m²
Stromverbrauch / Produktionsmenge	590 kWhe/t
Wasserverbrauch / Nutzfläche	3,53 m³/m²/a
Wasserverbrauch / Produktionsmenge	7,31 m³/t
Warmwasserverbrauch / Nutzfläche	1,25 m³/m²/a
Warmwasserverbrauch / Produktionsmenge	2,56 m³/t

Tab. 38: Energiekennzahlen eines Fleischereibetriebs; Bayrisches Landesamt für Umweltschutz

Quelle: Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2001

Diese Kennzahlen beziehen sich auf den Energiebezug, um eine Vergleichbarkeit mit anderen Betrieben zu vereinfachen und die gesamte Energieumwandlungskette zu berücksichtigen.

7.18.3.2 Wirtschaftskammer Oberösterreich

Im Zuge einer Beratungsaktion von fleischverarbeitenden Betrieben der Wirtschaftskammer Öberösterreich (WK OÖ) wurden Schwachstellen im Energiesystem aufgezeigt und konkrete Maßnahmen für die untersuchten Betriebe sowie allgemein gültige Maßnahmen für die Branche zur Verringerung der Energiekosten erarbeitet.

Ziel des Branchenkonzeptes war es aus den erhobenen Daten Branchen-Kennzahlen zu ermitteln, damit durch einen Vergleich mit den Kennzahlen eines einzelnen Betriebes erste Aussagen über den energetischen Ist-Zustand des Betriebes getroffen werden können.

Folgende Kennzahlen wurden für Betriebe mit einem jährlichen Rohmaterialeinsatz von mehr als 250 Tonnen ermittelt. Der spezifische Wasserverbrauch ist deutlich höher als in der Studie des Bayrischen Landesamtes für Umweltschutz. Das ist darauf zurückzuführen, dass bei der Kennzahlenermittlung in Oberösterreich auch Betriebe mit angeschlossener Schlachterei dabei sind.

Die Kennzahlen beziehen sich auf die eingesetzte Menge Rohmaterial, nicht auf die Produktionsmenge.

Kennzahl	Minwert	Mittelwert	Maxwert
Wärmeverbrauch pro eingesetzter Fleischmenge [kWh_{th}/t]	360	730	1.230
Stromverbrauch pro eingesetzter Fleischmenge[kWh_e/t]	210	450	640
Wasserverbrauch pro eingesetzter Fleischmenge [m^3/t]	11,7	16,5	25,4

Tab. 39: Energiekennzahlen für Fleischereien; nach Branchenkonzept der WKOÖ

Quelle: Wirtschaftskammer Oberösterreich 2003

7.18.3.3 BESS-Projekt

Im BESS-Projekt werden für fleischverarbeitende Betriebe folgende Energiekennzahlen ermittelt:

- Energieverbrauch pro produzierter Menge (ohne Anpassungsfaktoren)
- Energieverbrauch pro produzierter Menge (mit Anpassungsfaktoren)

Die Anpassungsfaktoren ermöglichen den Vergleich von Betrieben mit unterschiedlichem Produktmix. Dabei wird folgende Formel herangezogen:

Angepasste Produktion = 1 * Tonnen Schlachtvieh + 2,9 * Tonnen gekochtes / gebratenes Fleisch + 5,7 * Tonnen geräuchertes / gepökeltes Fleisch + 1 * Tonnen “anderes Fleisch” + 1,4 * Tonnen Gefriergut

7.18.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Bei der Konzipierung eines Benchmarkingsystems für fleischverarbeitende Betriebe sollte genauer untersucht werden, ob sich der Rohmaterialeinsatz oder die produzierte Menge besser zur Ermittlung der Energiekennzahlen eignet. Da sowohl die Produktionsmenge als auch der Rohmaterialeinsatz bei den meisten Betrieben "auf Knopfdruck verfügbar sind", können auch beide Bezugsgrößen zur Ermittlung der Kennzahlen herangezogen werden.

Da Fleischverarbeitungsbetriebe große Flächen an Kühl- und Tiefkühlräumen haben, ist die Kennzahl "Energieverbrauch pro konditionierter Bruttogrundfläche" empfehlenswert. Wenn Energieverbräuche für die Kühl- und Tiefkühlbereiche getrennt gemessen werden, sollte eine Kennzahl "Energieverbrauch / Kühlfläche" ermittelt werden.

Folgende Kennzahlen sind für Fleischverarbeitungsbetriebe geeignet:

- Energieverbrauch (unterteilt in Strom und Wärme) /Rohmaterialeinsatz
- Energieverbrauch (unterteilt in Strom und Wärme) / Produktionsmenge
- Energieverbrauch (unterteilt in Strom und Wärme) / konditionierte Bruttogrundfläche (oder wenn möglich pro Kühl- und Tiefkühlfläche)
- Wasserverbrauch / Rohmaterialeinsatz
- Wasserverbrauch / Produktionsmenge
- Wasserverbrauch / konditionierte Bruttogrundfläche
- Warmwasserverbrauch / Rohmaterialeinsatz
- Warmwasserverbrauch / Produktionsmenge
- Warmwasserverbrauch / konditionierte Bruttogrundfläche

7.18.5 Besonderheiten bei der Datenabfrage

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Konditionierte Bruttogrundfläche in m²

Konditionierte (geheizte, gekühlte, belüftete) **Bruttogrundfläche** (inkl. Wände) in m²

Die Bruttogeschossfläche oder Bruttogrundfläche (BGF) ist die Summe (Gesamtheit) aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Außenabmessungen (äußeren Begrenzungen) der einzelnen Geschosse ermittelt wurde. Äußere Begrenzung ist in diesem Zusammenhang inklusive Verputz oder Oberflächenverkleidung, also nicht nur das Rohbaumaß. Im Unterschied zur Nettofläche oder zur Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten.

Wasserverbrauch

Bei fleischverarbeitenden Betrieben gilt, je größer und "industrieähnlicher" der Betrieb ist, desto höher sind die hygienischen Anforderungen und desto höher ist auch der Wasserverbrauch. Wenn dies bei der Ermittlung von Kennzahlen berücksichtigt werden soll, muss der jährliche Wasserverbrauch in m³ erhoben werden.

Warmwasserverbrauch

Im m³ pro Jahr

Rohmaterialeinsatz – eingesetzte Fleischmenge

Die hier empfohlene Benchmarking-Gruppe umfasst nur Fleischverarbeitungsbetriebe OHNE eigene Schlachtung. Das heißt, der Rohmaterialeinsatz entspricht der gesamten, für die weitere Verarbeitung bzw. für den Verkauf, zur Verfügung stehenden Menge an Frischfleisch.

Der Energieverbrauch hängt auch von den „Einkaufsgewohnheiten" der Betriebe ab. Wird das Fleisch vorwiegend bereits vorzerlegt bezogen, so fällt deutlich weniger Abfall an als wenn Schweine- oder Rinderhälften bezogen werden.

Produktionsmenge

Die Summe aller produzierten Produkte in Tonnen pro Jahr. Diese können nach PRODCOM unterteilt werden.

- 10.13.11 Schweinefleisch, Teile, gesalzen, getrocknet oder geräuchert (Speck und Schinken)
- 10.13.12 Rindfleisch, gesalzen, getrocknet oder geräuchert
- 10.13.13 Sonstiges Fleisch und genießbare Schlachtnebenerzeugnisse, gesalzen, in Salzlake, getrocknet oder geräuchert (außer Schweine- und Rindfleisch); genießbares Mehl von Fleisch oder von Schlachtnebenerzeugnissen
- 10.13.14 Würste und ähnliche Erzeugnisse aus Fleisch, Schlachtnebenerzeugnissen oder Blut
- 10.13.15 Sonstiges Fleisch und Blut und sonstige Schlachtnebenerzeugnisse, zubereitet und haltbar gemacht, außer Gerichten aus zubereitetem Fleisch und zubereiteten Schlachtnebenerzeugnissen
- 10.13.16 Mehl und Pellets von Fleisch oder von Schlachtnebenerzeugnissen, ungenießbar; Grieben/Grammeln
- 10.13.91 Kochen und andere Zubereitungsleistungen für die Herstellung von Fleischprodukten

7.19 Benchmarking in der Branche: Kartoffelverarbeitungsbetriebe

In Deutschland zählen 38 Betriebe zur Branche „Kartoffelverarbeitung[158] nach NACE C 10.31“. In diesem Bereich arbeiten rund 6.200 Personen.

7.19.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Betriebe der Kartoffelverarbeitung sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die zum NACE 4-Steller C 10.31 zählen.

7.19.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen.

7.19.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (Energy Star)

Im Energy Star Programm wurde ein eigenes Benchmarkingtool für die Produktion von gefrorenen Pommes Frites erstellt. Der ENERGY STAR®-EPI für Produktionsanlagen zur Herstellung von gefrorenen Pommes Frites ermöglicht Betrieben einen Vergleich der eigenen Energieleistung mit ähnlichen in den Vereinigten Staaten angesiedelten Anlagen.

Das Excel-Tool wurde im Rahmen des freiwilligen ENERGY STAR-Programms der US-Umweltbehörde EPA entwickelt und ermöglicht Benchmarking. Benchmarking ist eine wesentliche Komponente des ENERGY STAR-Leitfadens für Energiemanagement (www.energystar.gov).

Der EPI für Produktionsanlagen von gefrorenen Pommes Frites basiert auf Branchendaten, die vom statistischen Bundesamt der USA erhoben wurden. Das Tool wurde von Unternehmen im Rahmen ihrer Teilnahme am ENERGY STAR-Branchenfokus getestet und validiert.

Die Anwendung ermöglicht eine Bewertung der Energieeffizienz auf einer Skala von 1 bis 100, wobei 100 das höchste Leistungsniveau widerspiegelt, und erlaubt eine Einschätzung des Betriebs im Vergleich zu anderen Anlagen.

Produktionsanlagen mit einem Wert von 75 oder mehr kommen als Anerkennung ihrer besonderen Leistung für eine ENERGY STAR-Zertifizierung durch die US-Umweltbehörde in Frage.

Das Tool berechnet anhand der eingegebenen Daten eine “durchschnittliche Anlage” und eine “effiziente Anlage”.

Der EPI wird als “gesamte eingesetzte Primärenergie pro 1.000 Pfund Produktion” angegeben. Zur Ermittlung des EPI müssen neben dem Energieverbrauch auch Angaben zur Gesamtproduktion gegeben werden. Außerdem muss angegeben werden, ob es am Standort

[158] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

ein Kühllager gibt und der angegebene Energieverbrauch auch das Kühllager beinhaltet (ja / nein Frage).

Aufgrund fehlender realistischer Produktions- und Energieverbrauchswerte kann hier kein Beispiel eines berechneten EPIs angegeben werden. Bei Angabe realistischer Zahlen ist jedoch die Berechnung äußerst einfach und rasch durchführbar.[159]

7.19.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Die Branchenuntersuchung des Statistischen Bundesamtes der USA und der Praxistest mit Pommes Frites Erzeugungsbetrieben haben ergeben, dass der geeignete Energy Performance Indicator der "Primärenergieeinsatz pro Produktionsmenge" ist.

7.19.5 Besonderheiten bei der Datenabfrage

Im Energy Star EPI Tool sind folgende Definitionen zur Datenabfrage zu finden:

Produktionsmenge

Die gesamte Menge in „1.000 Pfund an Produkten", die in der Anlage produziert wurden.

Da das Energy Star Tool hier nur für eine Produktklasse ausgelegt ist, könnten auch Betriebe, die hauptsächlich andere Produkte produzieren, ein solches System für ihre Produkte nach PRODCOM anwenden.

PRODCOM für C 10.31 Kartoffelverarbeitung:

- 10.31.11 Kartoffeln, gefroren
- 10.31.11.10 Gefrorene Kartoffeln, auch gekocht
- 10.31.11.30 Verarbeitete Kartoffeln, ohne Essig zubereitet oder haltbar gemacht, gefroren
- 10.31.12 Kartoffeln, getrocknet, auch in Stücke oder Scheiben geschnitten, jedoch nicht weiter zubereitet
- 10.31.12.00 Getrocknete Kartoffeln, auch in Stücke oder Scheiben geschnitten, jedoch nicht weiter zubereitet
- 10.31.13 Kartoffeln, getrocknet, in Form von Mehl, Grieß, Flocken, Granulat und Pellets
- 10.31.13.00 Mehl, Grieß, Flocken, Granulat und Pellets aus Kartoffeln, nicht zubereitet oder haltbar gemacht
- 10.31.14 Kartoffeln, zubereitet oder haltbar gemacht
- 10.31.14.30 Kartoffeln in Form von Mehl, Grieß oder Flocken, ohne Essig zubereitet oder haltbar gemacht, nicht gefroren
- 10.31.14.60 Anders zubereitete Kartoffeln, ohne Essig zubereitet oder haltbar gemacht, nicht gefroren

[159] Vgl. Energy Star 2011a

7.20 Benchmarking in der Branche: Hersteller von Frucht- und Gemüsesäften

In Deutschland zählen 75 Betriebe zur Branche „Herstellung von Frucht- und Gemüsesäften[160] nach NACE C 10.32“. In diesem Bereich arbeiten rund 6.400 Personen.

7.20.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Betriebe der Frucht- Gemüsesaftherstellung sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein die zum NACE 4-Steller C 10.32 zählen.

7.20.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsbetrieb umfassen.

7.20.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (Energy Star)

Im Energy Star Programm wurde ein eigenes Benchmarkingtool für die Herstellung von Fruchtsäften erstellt. Der ENERGY STAR®-EPI für Produktionsanlagen zur Herstellung von Fruchtsäften ermöglicht Betrieben einen Vergleich der eigenen Energieleistung mit ähnlichen in den Vereinigten Staaten angesiedelten Anlagen.

Das Excel-Tool wurde im Rahmen des freiwilligen ENERGY STAR-Programms der US-Umweltbehörde EPA entwickelt und ermöglicht Benchmarking. Benchmarking ist eine wesentliche Komponente des ENERGY STAR-Leitfadens für Energiemanagement (www.energystar.gov).

Der EPI für Produktionsanlagen von Fruchtsäften basiert auf Branchendaten, die vom statistischen Bundesamt der USA erhoben wurden. Das Tool wurde von Unternehmen im Rahmen ihrer Teilnahme am ENERGY STAR-Branchenfokus getestet und validiert.

Die Anwendung ermöglicht eine Bewertung der Energieeffizienz auf einer Skala von 1 bis 100, wobei 100 das höchste Leistungsniveau widerspiegelt, und erlaubt eine Einschätzung des Betriebs im Vergleich zu anderen Anlagen.

Produktionsanlagen mit einem Wert von 75 oder mehr kommen als Anerkennung ihrer besonderen Leistung für eine ENERGY STAR-Zertifizierung durch die US-Umweltbehörde in Frage.

Das Tool berechnet anhand der eingegebenen Daten eine “durchschnittliche Anlage” und eine “effiziente Anlage”.

[160] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

Der EPI wird als "gesamte eingesetzte Primärenergie pro 1.000 Gallonen Produktion" angegeben. Zur Ermittlung des EPI müssen neben dem Energieverbrauch auch folgende Angaben gemacht werden:

- Gesamtproduktion in 1.000 Gallonen pro Jahr
- Anteil der "Nicht-Fruchtsaft-Produkte": Dieser Wert muss für ein sinnvolles Benchmarking kleiner als 50 % sein.
- Zitrus-Mix: Anteil der Zitrussäfte an der Gesamtproduktion in %
- Produktionsmix Details:
  - Anteil Fruchtsäfte in Dosen und Flaschen in %
  - Fruchtsaftkonzentrat in %
  - Frischsaft in %
  - Sojagetränke in %
- Rohstoffeinsatzkosten
  - Konzentrat in % der Kosten
  - Gefrorene Rohstoffe und vorbehandelte Rohstoffe

Aufgrund fehlender realistischer Produktions- und Energieverbrauchswerte kann hier kein Beispiel eines berechneten EPIs angegeben werden. Bei Angabe realistischer Zahlen ist jedoch die Berechnung äußerst einfach und rasch durchführbar.[161]

7.20.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Die Branchenuntersuchung des Statistischen Bundesamtes der USA und der Praxistest mit Fruchtsafterzeugungsbetrieben haben ergeben, dass der geeignete Energy Performance Indicator der "Primärenergieeinsatz pro Produktionsmenge" ist.

[161] Vgl. Energy Star 2011b

7.20.5 Besonderheiten bei der Datenabfrage

Im Energy Star EPI Tool sind folgende Definitionen zur Datenabfrage zu finden:

Produktionsmenge

Die gesamte Produktionsmenge eines oder mehrerer Produkte nach der amerikanischen Produktklassifizierung NAICS in 1.000 Gallonen:

- 311421J111 Canned orange juice, single strength
- 311421J221 Canned apple juice, single strength
- 311421J231 Canned grapefruit juice, single strength
- 311421J241 Canned prune juice, single strength
- 311421J251 Other canned whole fruit juices and mixtures of whole fruit juices
- 311421J261 Canned nectars, single strength
- 311421JYWV Canned fruit juices, nectars, and concentrates, nsk
- 311421A111 Canned tomato juice (including combinations containing 70 percent or more tomato juice)
- 311421A121 Other canned vegetable juices
- 311421AYWV Canned vegetable juices, nsk
- 311421M111 Fresh orange juices and nectars, single strength
- 311421M121 Other fresh juices and nectars, single strength
- 311421MYWV Fresh fruit juices and nectars, single strength, nsk
- 311421M131 Concentrated fruit juice (except for fountain use)
- 311421J271 Fruit juices, concentrated, hot pack
- 312111A111 Fruit drinks, cocktails, and ades, containing some real juice (with added sugar, citric acid, etc.)

Hier können die NACE Codes für Fruchtsafterzeugung verwendet werden.

Produktions-Mix

Anteil der gesamten Fruchtsaftproduktion in jeder der folgenden Kategorien. Kalkuliert in % der gesamten Produktion in Gallonen).

Zitrus (311421J111, 31142J231, 31142M111)

Dosen und Flaschen (311421J111, 311421J221, 311421J231, 311421J241, 311421J251, 311421J261, 311421JYWV, 311421A111, 311421A121, 311421AYWV)

Frischer Fruchtsaft (311421M111, 311421M121, 311421MYWV)

Fruchtsaftkonzentrat (311421M131, 311421J271)

Soja-Getränke (312111A111)

Rohstoffeinsatzkosten-Mix

Die Kosten des gesamten bezogenen Konzentrats und / oder vorbehandelte oder gefrorene Früchte.

Anmerkung: Dieser Anteil kann auch Null sein, oder eine Prozentzahl, die angibt, wie viel der gesamt eingesetzten Rohstoffkosten für vorbehandelte Früchte anfallen.

Prodcom für C 10.32 Frucht- und Gemüsesafterzeugung:

- 10.32 Herstellung von Frucht- und Gemüsesäften
- 10.32.11 Tomatensaft
- 10.32.11.00 Tomatensaft, nicht gegoren, ohne Zusatz von Alkohol
- 10.32.12 Orangensaft
- 10.32.12.10 Gefrorener Orangensaft, nicht gegoren, ohne Zusatz von Alkohol
- 10.32.12.20 Nicht gefrorener Orangensaft, nicht gegoren, ohne Zusatz von Alkohol
- 10.32.12.30 Orangensaft a.n.g.
- 10.32.13 Saft aus Pampelmusen oder Grapefruits
- 10.32.13.00 Saft aus Pampelmusen oder Grapefruits
- 10.32.14 Ananassaft
- 10.32.14.00 Ananassaft
- 10.32.15 Traubensaft
- 10.32.15.00 Traubensaft
- 10.32.16 Apfelsaft
- 10.32.16.00 Apfelsaft
- 10.32.17 Mischungen aus Obst- und Gemüsesäften
- 10.32.17.00 Mischungen von Säften
- 10.32.19 Andere Obst- und Gemüsesäfte
- 10.32.19.10 Saft aus anderen Zitrusfrüchten (ohne Mischungen), nicht gegoren, ohne Zusatz von Alkohol
- 10.32.19.20 Saft aus anderen Früchten oder Gemüsen (ohne Mischungen), nicht gegoren, ohne Zusatz von Alkohol
- 10.32.19.30 Saft aus Früchten oder Gemüsen (ohne Mischungen) a.n.g.

7.21 Benchmarking in der Branche: Öl- und Fetthersteller

In Deutschland zählen 28 Betriebe zur Branche „Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten nach NACE C 10.4“. In diesen Betrieben sind 7.000 Personen beschäftigt.[162] Die größte Untergruppe ist die 10.41 „Herstellung von Ölen und Fetten ohne Margarine“. In dieser Kategorie gibt es 20 Betriebe und rund 2.800 Beschäftigte.

7.21.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Betriebe zur Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten ohne Margarine sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die zum NACE 4-Steller C 10.41 zählen.

7.21.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen.

7.21.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (Landesinitiative Zukunftsenergien in NRW)

Die Landesinitiative Zukunftsenergien in NRW hat in ihrem Branchenenergiekonzept für die Ernährungsindustrie auch einige wenige allgemeine Kennzahlen für die Öl- und Fettherstellung erhoben.

Kennzahl	Minwert	Durchschnittswert	Maxwert
spez. Endenergieeinsatz bezogen auf die Produktmenge [kWh/kg]	-	0,5	1
jährliche Energiekosten in % des Jahresumsatzes	0,3	1,1	3

Tab. 40: Energiekennzahlen für Öl- und Fettherstellbetriebe; nach Landesinitiative Zukunftsenergien NRW

Quelle: Landesinitiative Zukunftsenergien NRW o.J.

[162] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

7.21.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Gesamtenergieverbrauch / Produktionsmenge

Die Eignung weiterer EPI für diese Branche muss im Detail untersucht werden.

7.21.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Produktionsmenge

Die Summe aller produzierten Produkte in Tonnen pro Jahr und, wenn möglich, unterteilt nach Produktarten nach PRODCOM.

PRODCOM für 10.41 Herstellung von Ölen und Fetten (ohne Margarine und ähnliche Nahrungsfette):

- 10.41.11 Schmalzstearin, Schmalzöl, Oleostearin, Oleomargarin und Talgöl, weder emulgiert, vermischt noch anders verarbeitet
- 10.41.12 Fette und Öle sowie deren Fraktionen, von Fischen oder Meeressäugetieren
- 10.41.19 Andere tierische Fette und Öle sowie deren Fraktionen, auch raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert
- 10.41.21 Sojaöl, nicht behandelt
- 10.41.22 Erdnussöl, nicht behandelt
- 10.41.23 Olivenöl, nicht behandelt
- 10.41.24 Sonnenblumenöl, nicht behandelt
- 10.41.25 Baumwollsaatöl, nicht behandelt
- 10.41.26 Raps-, Rübsen- und Senföl, nicht behandelt
- 10.41.27 Palmöl, nicht behandelt
- 10.41.28 Kokosöl, nicht behandelt
- 10.41.29 Sonstige pflanzliche Öle, nicht behandelt
- 10.41.30 Baumwoll-Linters
- 10.41.41 Ölkuchen und andere feste Rückstände aus der Gewinnung pflanzlicher Öle und Fette, auch gemahlen oder in Form von Pellets
- 10.41.42 Mehl von Ölsamen oder ölhaltigen Früchten (ohne Senfmehl)
- 10.41.51 Sojaöl und seine Fraktionen, raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert
- 10.41.52 Erdnussöl und seine Fraktionen, raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert
- 10.41.53 Olivenöl und seine Fraktionen, raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert
- 10.41.54 Sonneblumenöl und seine Fraktionen, raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert
- 10.41.55 Baumwollsaatöl und seine Fraktionen, raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert
- 10.41.56 Raps-, Rübsen- und Senföl sowie deren Fraktionen, raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert

- 10.41.57 Palmöl und seine Fraktionen, raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert
- 10.41.58 Kokosöl und seine Fraktionen, raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert
- 10.41.59 Andere Öle und ihre Fraktionen, raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert; pflanzliche Fette und andere pflanzliche Öle (ohne Maisöl) und ihre Fraktionen, a.n.g., raffiniert, jedoch nicht chemisch modifiziert
- 10.41.60 Tierische und pflanzliche Fette und Öle sowie deren Fraktionen, hydriert, umgeestert, wiederverestert oder elaidiniert, auch raffiniert, jedoch nicht weiterverarbeitet
- 10.41.71 Pflanzenwachse (außer Triglyzeriden)
- 10.41.72 Degras; Rückstände aus der Verarbeitung von Fettstoffen oder von tierischen oder pflanzlichen Wachsen

7.22 Benchmarking in der Branche: industrielle Milchverarbeitungsbetriebe

In Deutschland zählen 136 Betriebe zur Branche „Milchverarbeitung nach NACE C 10.5“. Die größte Untergruppe ist die Gruppe 10.51 Milchverarbeitung ohne Herstellung von Speiseeis. Diese 126 industriellen Milchverarbeitungsbetriebe[163] beschäftigen rund 31.500 Personen.

7.22.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für industrielle Milchverarbeitungsbetriebe sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die zum NACE 4-Steller 10.51 Milchverarbeitung ohne Herstellung von Speiseeis zählen.

Eine Clusterung der Benchmarking-Betriebe nach ihren Produktionsschwerpunkten ist empfehlenswert, will man die Anwendung von Äquivalenzfaktoren für einzelne Produktklassen zur Ermittlung einer „angepassten Produktion“, wie im BESS-Projekt angewandt, vermeiden.

7.22.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte die Produktion, also den gesamten Milchverarbeitungsprozess, umfassen. Viele Molkereien verfügen auch über hauseigene Fahrzeugflotten. Soll auch der Energieverbrauch für den Transport miteinbezogen werden, so muss das entsprechend festgelegt werden und der Treibstoffverbrauch sowie die Tonnenkilometer müssen erhoben werden.

[163] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

7.22.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien

7.22.3.1 Bayrisches Landesamt für Umweltschutz

Das Bayrische Landesamt für Umweltschutz hat zur Unterstützung der Selbstverpflichtungserklärung der deutschen Industrie zur Senkung der spezifischen CO_2-Emissionen und des spezifischen Energieverbrauchs ein Projekt zur "Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung" initiiert. In einer Studie, die vom Bayrischen Landesamt für Umweltschutz für milchverarbeitende Betriebe beauftragt wurde, wurden am Beispiel eines untersuchten Betriebes Energieeinsparpotenziale aufgezeigt und branchenspezifische Energiekennzahlen angegeben, mit denen die gesamte Branche ihren Energieeinsatz für die Produktion bewerten kann.

Für den im Detail untersuchten Betrieb wurden Energiekennzahlen ermittelt, die den Energieverbrauch pro Liter verarbeitete Rohmilch, Rahm oder Joghurt zeigt.

Energiekennzahlen des untersuchten Betriebs	Wert
Wärmeverbrauch / verarbeitete Rohmilch	326 kJth/l Rohmilch
Stromverbrauch / verarbeitete Rohmilch	138 kJe/l Rohmilch
Stromverbrauch f. Kälteversorgung / verarbeitete Rohmilch	53,9 kJe/l Rohmilch
Stromverbrauch f. Druckluft / verarbeitete Rohmilch	13,6 kJe/l Rohmilch
Stromverbrauch für CIP / verarbeitete Rohmilch CIP bedeutet „Clean in Place" und stellt die aufwändige und energieintensive Reinigungsanlage in Molkereien dar.	62 kJth/l Rohmilch

Tab. 41: Energiekennzahlen eines milchverarbeitenden Betriebs; Bayrisches Landesamt für Umweltschutz

Quelle: Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2000a

7.22.3.2 BESS-Project

Im BESS-Projekt werden für milchverarbeitende Betriebe folgende Energiekennzahlen ermittelt:

- Energieverbrauch pro verarbeiteter Rohmilch
- Energieverbrauch pro angepasster Produktion

Der Energieverbrauch kann dabei sowohl als „Energieeinsatz" als auch als „Nutzenergieverbrauch" (mit Anwendung der Wirkungsgrade z. B. vom Gaskessel) berechnet werden.

Die Anpassungsfaktoren ermöglichen den Vergleich von Betrieben mit unterschiedlichem Produktmix. Dabei wird folgende Formel herangezogen:

Angepasste Produktion in Molkereien = 0.209 * Liter Süßmilchprodukte + 0.657 * Liter Sauermilchprodukte + 0.966 * Liter Becherprodukte + 1.925 * kg Hartkäse + 3.663 * kg Braunkäse + 2.854 * kg andere Käsesorten + 1.952 * kg Kasein + 3.812 * kg getrocknete Produkte + 0.800 * kg Butter /Butterschmalz + 0.787 * kg Konserven + 0.076 * Liter Versandmilch + 0.209 * Liter Säfte u. ä.

Nicht angepasste Produktion = Liter Rohmilch + Liter Säfte u. ä.

Die folgenden Kennzahlen wurden im BESS-Projekt in 8 österreichischen Molkereien erhoben.

Kennzahl	Minwert	Mittelwert	Maxwert
Energieeinsatz pro Milchäquivalent [kWh/Milchäquivalent]	0,335	0,6111	0,749
Energieeinsatz pro verarbeitete Rohmilch [kWh/Liter]	0,143	0,268	0,354

Tab. 42: Energiekennzahlen für industrielle milchverarbeitende Betriebe; im Rahmen des BESS-Project

Quelle: BESS-Project

Der Wasserverbrauch wurde im BESS-Projekt nicht erhoben. Der spezifische Wasserverbrauch ist aber eine interessante Kennzahl für die Milchverarbeitung und sollte daher auch ermittelt werden.

7.22.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Die Kennzahl “Energieverbrauch pro verarbeiteter Rohmilch” ist nur aussagekräftig, wenn die zu vergleichenden Betriebe dieselben Produkte herstellen. Will man die Anwendung von Äquivalenzfaktoren für Produkte vermeiden, sollte eine Clusterung nach Betrieben mit ähnlichen Produktsortimenten erfolgen. Dann kann sowohl die verarbeitete Menge Rohmilch als auch die produzierte Menge an Produkten zur Ermittlung von Energiekennzahlen herangezogen werden. Wie immer ist aber auch im Falle der Clusterung eine genauere Analyse der Aussagekraft einzelner Kennzahlen nötig.

Folgende Kennzahlen sind für Milchverarbeitungsbetriebe empfehlenswert:

- Energieverbrauch (unterteilt in Strom und Wärme) / verarbeitete Menge Rohmilch
- Energieverbrauch (unterteilt in Strom und Wärme) / Produktionsmenge
- Wasserverbrauch / verarbeitete Menge Rohmilch
- Wasserverbrauch / Produktionsmenge
- Warmwasserverbrauch / verarbeitete Menge Rohmilch
- Warmwasserverbrauch / Produktionsmenge

7.22.5 Besonderheiten bei der Datenabfrage

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Wasserverbrauch

In milchverarbeitenden Betrieben wird Wasser hauptsächlich für Reinigungs- und Spülvorgänge sowie für Kühlzwecke (oftmals Brunnenwasser) eingesetzt. Wenn dies bei der Ermittlung von Kennzahlen berücksichtigt werden soll, muss der jährliche Wasserverbrauch in m³ erhoben werden.

Warmwasserverbrauch

Im m³ pro Jahr

Rohmaterialeinsatz – verarbeitete Menge Rohmilch

Die verarbeitete Menge an Rohmilch in Liter oder kg pro Jahr. Die Umrechnung von Liter in kg ist bei den Verbänden der Milcherzeuger bekannt (1,02 oder 1,03).

Produktionsmenge

Die Summe aller produzierten Produkte in Tonnen pro Jahr. Diese können nach PRODCOM unterteilt werden.

- ***10.51 Milchverarbeitung (ohne Herstellung von Speiseeis)***
- **10.51.11 Flüssige Milch, verarbeitet**
- 10.51.11.33 Milch und Rahm, weder eingedickt noch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln, mit einem Milchfettgehalt von <= 1 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von <= 2 l
- 10.51.11.37 Milch und Rahm, weder eingedickt noch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln, mit einem Milchfettgehalt von <= 1 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von > 2 l
- 10.51.11.42 Milch und Rahm, weder eingedickt noch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln, mit einem Milchfettgehalt von > 1 bis 6 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von <= 2 l
- 10.51.11.48 Milch und Rahm, weder eingedickt noch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln, mit einem Milchfettgehalt von > 1 bis 6 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von > 2 l

- **10.51.12 Milch und Rahm mit einem Fettgehalt von mehr als 6 %, weder eingedickt noch gesüßt**
- 10.51.12.10 Milch und Rahm, weder eingedickt noch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln, mit einem Milchfettgehalt von > 6 bis 21 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von <= 2 l
- 10.51.12.20 Milch und Rahm, weder eingedickt noch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln, mit einem Milchfettgehalt von > 6 bis 21 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von > 2 l
- 10.51.12.30 Milch und Rahm, weder eingedickt noch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln, mit einem Milchfettgehalt von > 21 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von <= 2 l
- 10.51.12.40 Milch und Rahm, weder eingedickt noch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln, mit einem Milchfettgehalt von > 21 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von > 2 l
- **10.51.21 Magermilchpulver**
- 10.51.21.30 Milch und Rahm, in Pulverform, granuliert oder in anderer fester Form, mit einem Milchfettgehalt von <= 1,5 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von <= 2,5 kg
- 10.51.21.60 Milch und Rahm, in Pulverform, granuliert oder in anderer fester Form, mit einem Milchfettgehalt von <= 1,5 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von > 2,5 kg
- **10.51.22 Vollmilchpulver**
- 10.51.22.30 Milch und Rahm, in Pulverform, granuliert oder in anderer fester Form, mit einem Milchfettgehalt von > 1,5 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von <= 2,5 kg

- 10.51.22.60 Milch und Rahm, in Pulverform, granuliert oder in anderer fester Form, mit einem Milchfettgehalt von > 1,5 GHT, in unmittelbaren Umschließungen mit einem Inhalt von > 2,5 kg
- **10.51.30 Butter und andere Fettstoffe aus Milch; Milchstreichfette**
- 10.51.30.30 Butter mit einem Fettgehalt <= 85 %
- 10.51.30.50 Andere Fettstoffe aus Milch
- 10.51.30.70 Brotaufstriche auf der Grundlage von Milcherzeugnissen
- **10.51.40 Käse und Quark/Topfen**
- 10.51.40.30 Frischkäse (nicht gereifter Käse; einschließlich Molkenkäse und Quark)
- 10.51.40.50 Käse, gerieben oder in Pulverform, Käse mit Schimmelbildung im Teig und anderer Käse (ohne Schmelzkäse)
- 10.51.40.70 Schmelzkäse, weder gerieben noch in Pulverform
- **10.51.51 Milch und Rahm, eingedickt, nicht in Pulverform, auch gesüßt**
- 10.51.51.04 Eingedickte Milch, nicht gesüßt
- 10.51.51.08 Sonstige eingedickte Milch
- **10.51.52 Buttermilch, saure Milch und saurer Rahm, Joghurt, Kefir und andere fermentierte oder gesäuerte Milch oder Rahm**
- 10.51.52.41 Sauermilch, Sauerrahm, Joghurt und andere fermentierte Erzeugnisse
- 10.51.52.45 Sauermilch, Sauerrahm, Joghurt und andere fermentierte Erzeugnisse mit Geschmackszusätzen oder mit Früchten, Nüssen oder Kakao
- 10.51.52.63 Buttermilch in Pulverform
- 10.51.52.65 Buttermilch
- **10.51.53 Casein**
- 10.51.53.00 Casein
- **10.51.54 Laktose und Laktosesirup**
- 10.51.54.00 Laktose und Laktosesirup
- **10.51.55 Molke**
- 10.51.55.30 Molke in Form von Pulver und Granulat oder in anderer fester Form, auch gesüßt
- 10.51.55.60 Andere Molke
- **10.51.56 Milch und Milcherzeugnisse, a.n.g.**
- 10.51.56.00 Erzeugnisse aus natürlichen Milchbestandteilen

7.23 Benchmarking in der Branche: Mahl- und Schälmühlen

In Deutschland zählen 81 Betriebe zur Branche „Mahl- und Schälmühlen, Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen nach NACE C 10.6“. Die größte Untergruppe ist die Gruppe 10.61 Mahl- und Schälmühlen. Diese 69 Betriebe[164] beschäftigen rund 12.000 Personen.

7.23.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Mahl- und Schälmühlen sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die zum NACE 4-Steller C 10.61 zählen.

Eine Bildung von Untergruppen hinsichtlich der Jahresvermahlung ist empfehlenswert:

- Gesamtvermahlung bis 25.000 Tonnen
- Gesamtvermahlung von über 25.000 Tonnen

7.23.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen.

7.23.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv Branchenkonzepte)

Die Österreichische Energieagentur erstellt gemeinsam mit Energieberatern im Rahmen des klima:aktiv Programms „energieeffiziente betriebe“ Energiekonzepte für unterschiedliche Branchen (Branchenkonzepte).

2010 wurde ein Branchenkonzept für Mahl- und Schälmühlen und Futtermittelhersteller erstellt. Im Rahmen der Erstellung des Branchenenergiekonzeptes erfolgten umfangreiche Erhebungen in vierundzwanzig verschiedenen Mitgliedsbetrieben der Branche.

Im Projekt wurde zudem ein Fragebogen entwickelt, der bei der Datenerhebung und bei Begehungen in ausgewählten Betrieben vor Ort eingesetzt wurde. Der Fragebogen sollte möglichst geeignet sein, um, von den teilweise sehr unterschiedlichen Betrieben der Branche, Daten zu erheben, die es erlauben hinreichend aussagekräftige Kennzahlen abzuleiten bzw. grobe Unterschiede, die sich aus speziellen Betriebs- oder Produktionsbedingungen bedingen, erklären zu können.

Zu diesem Zweck wurden neben allgemeinen Informationen zum Unternehmen, spezielle Angaben zum Betriebsstandort, zu Energieeinsatz- und Bezugsdaten sowie Daten zur Produktions- und Betriebstypologie abgefragt.

[164] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

Energiekennzahlen Mahlmühlen und Mahlmühlen mit angeschlossener Lagerei

Insgesamt beläuft sich der durchschnittliche Gesamtenergieeinsatz in den befragten Unternehmen auf 105,2 kWh pro vermahlener Tonne Getreide. Davon sind 92,4 kWh elektrische Energie und 12,8 kWh thermische Energie.

Branchenenergiekennwerte	kWh/t
Durchschnittlicher thermischer Energieeinsatz pro vermahlener/verarbeiteter Tonne	12,8
Durchschnittlicher elektrischer Energieeinsatz pro vermahlener/verarbeiteter Tonne	92,4
Durchschnittlicher Gesamtenergieeinsatz pro vermahlener/verarbeiteter Tonne	**105,2**

Tab. 43: Energiekennzahlen Mahlmühlen und Mahlmühlen mit angeschlossener Lagerei; nach klima:aktiv Branchenkonzepte 2010

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010

Durchschnittlicher Energieeinsatz je vermahlener / verarbeiteter Tonne

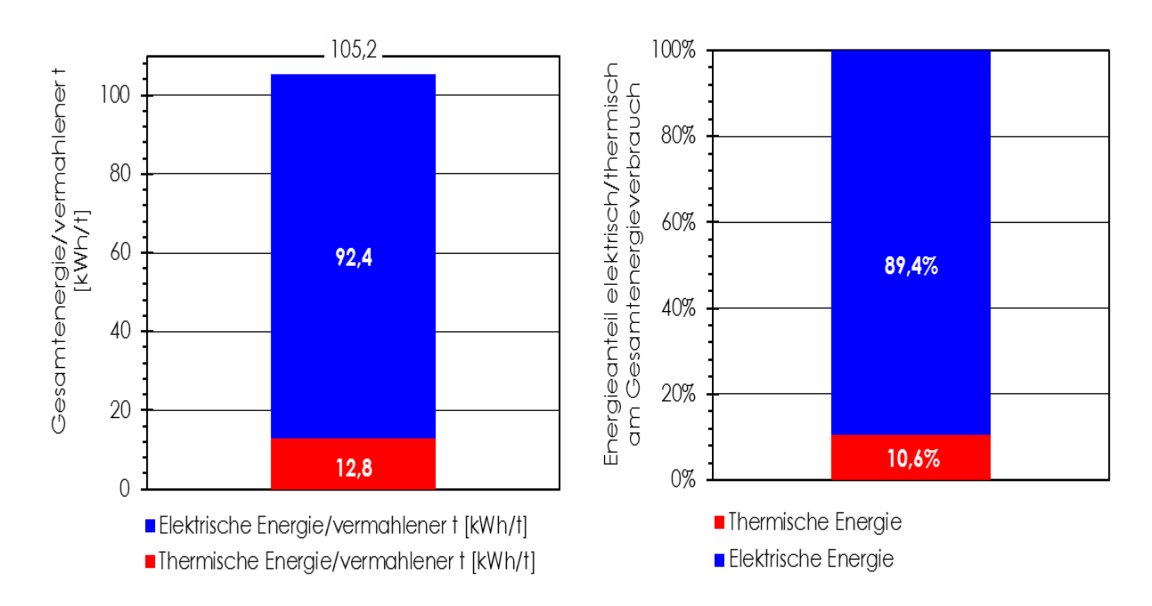


Abb. 22: Spezifischer Energieeinsatz pro vermahlener Tonne (links) und prozentuelle Anteile des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in Mühlen (rechts)

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010

Zur besseren Vergleichbarkeit der Betriebe nach ihrer Betriebstypologie bzw. Größe untereinander wurden zusätzlich die entsprechenden durchschnittlichen Kennzahlen in zwei Klassen nach der Jahresvermahlung in den Betrieben unterschieden. Für die Bildung der spezifischen Kennzahlen wurden einerseits jene Betriebe mit einer Gesamtvermahlung bis 25.000

Tonnen und andererseits jene Betriebe mit einer Gesamtvermahlung von über 25.000 Tonnen unterschieden.

Aus der Abbildung wird deutlich, dass bei großen Mühlen mit einer durchschnittlichen Jahresgesamtvermahlung von über 25.000 Tonnen der spezifische Anteil an elektrischer Energie am Gesamtenergieeinsatz über 95 % beträgt und der thermische Energieanteil unter 5 % beträgt. Bei Mühlen mit einer durchschnittlichen Vermahlungsmenge unter 25.000 Tonnen pro Jahr beträgt der Anteil thermischer Energie etwa 13,7 % und der Anteil elektrischer Energie circa 86,3 % des Gesamtenergieeinsatzes.

Dies ist damit zu erklären, dass, wie im Rahmen der Begehungen in den Betrieben festgestellt wurde, der thermische Energieeinsatz vorwiegend zur Beheizung von Verwaltungslabor und sonstigen Flächen eingesetzt wird, und der Flächenbedarf für diese Bereiche bei großen Mühlen anteilsmäßig entsprechend kleiner ist.

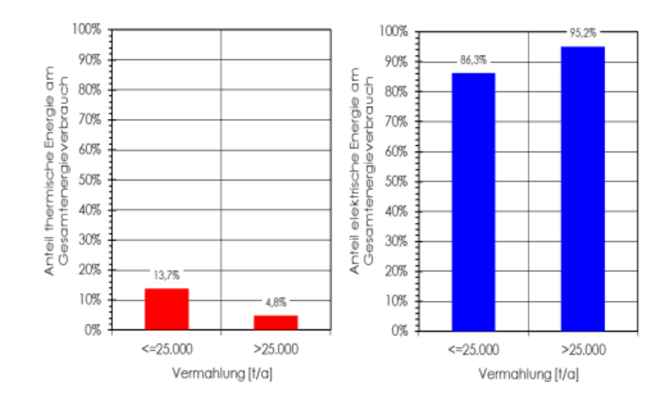


Abb. 23: Anteil thermischer und elektrischer Energie am Gesamtstromverbrauch in Mühlen

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010

Bei kleineren bis mittleren Mühlen mit einer Jahresgesamtvermahlung bis 25.000 t beträgt der spezifische thermische Energieeinsatz 17,4 kWh pro Tonne und der elektrische Energieeinsatz 99,6 kWh pro Tonne. Der spezifische Energieeinsatz beträgt somit bei Mühlen in dieser Größenklasse durchschnittlich 117 kWh pro Tonne.

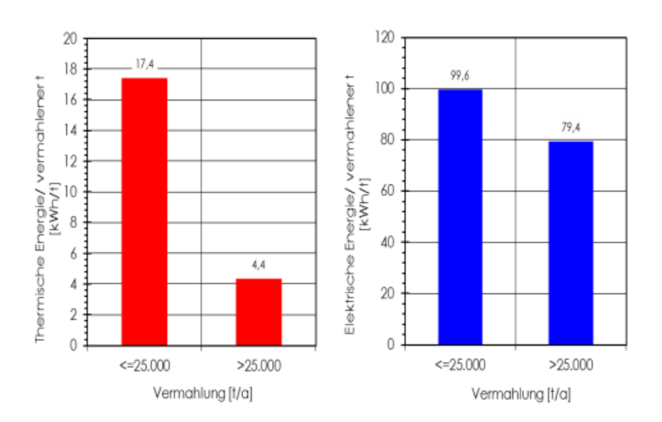


Abb. 24: Thermischer und elektrischer Energieeinsatz pro vermahlener Tonne in Mühlen

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010

Bei kleineren bis mittleren Mühlen mit einer Jahresgesamtvermahlung unter 25.000 t beträgt der durchschnittliche Energieeinsatz, um einen Produktumsatz von 1.000 € zu generieren, 232 kWh bzw. 285 kWh bei größeren Mühlen (über 25.000 t Vermahlung pro Jahr). Je nach Strompreis beträgt der Energieaufwand somit in etwa im Durchschnitt 3 % vom Umsatz.

Die Branche ist im Vergleich zu anderen Branchen nicht sehr personalintensiv. Der Gesamtenergieeinsatz pro Mühlenmitarbeiter beträgt ca. 103.000 kWh pro Jahr bei kleineren bzw. 237.000 kWh bei den großen Mühlen.

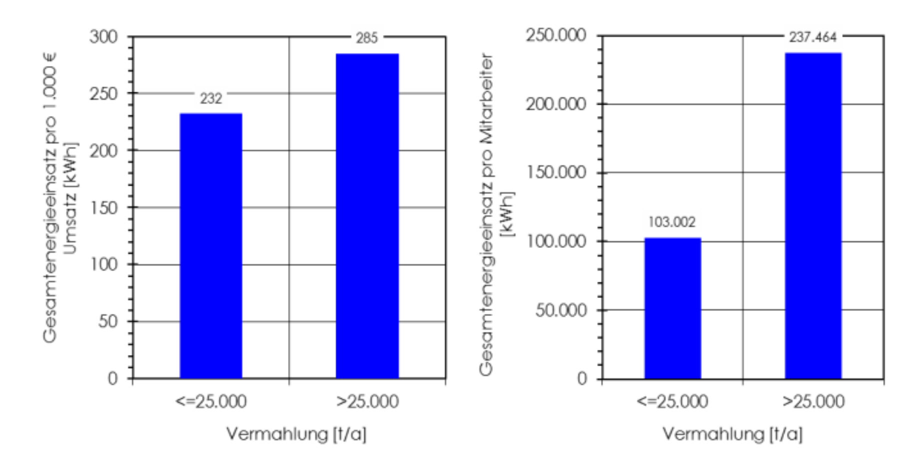


Abb. 25: Gesamtenergieeinsatz in Mühlen

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010

7.23.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Gesamtenergieverbrauch / Rohmaterialeinsatz (Tonne vermahlen)
- Gesamtenergieverbrauch / Mitarbeiter

7.23.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Mitarbeiter

Anzahl der Mitarbeiter in Vollzeitäquivalent

Rohmaterialeinsatz

Gesamtvermahlung in Tonnen pro Jahr.

7.24 Benchmarking in der Branche: industrielle Bäckereien

In Deutschland zählen knapp 2.300 Betriebe zur Branche „Herstellung von Back- und Teigwaren nach NACE C 10.7“. Die größte Untergruppe ist die Gruppe 10.71 Herstellung von Backwaren ohne Dauerbackwaren. Diese 2.314 industriellen Bäckereien[165] beschäftigen rund 258.000 Personen.

7.24.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für industrielle Betriebe zur Herstellung von Backwaren ohne Dauerbackwaren sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die zum NACE 4-Steller C 10.71 zählen.

7.24.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen.

7.24.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (Bayrisches Landesamt für Umweltschutz)

Das Bayrische Landesamt für Umweltschutz hat zur Unterstützung der Selbstverpflichtungserklärung der deutschen Industrie zur Senkung der spezifischen CO_2-Emissionen und des spezifischen Energieverbrauchs ein Projekt zur “Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung“ initiiert.

In einer Studie, die vom Bayrischen Landesamt für Umweltschutz für industrielle Bäckereibetriebe beauftragt worden ist, wurden am Beispiel eines untersuchten Betriebes Energieeinsparpotenziale aufgezeigt und branchenspezifische Energiekennzahlen angegeben, mit denen die gesamte Branche ihren Energieeinsatz für die Produktion bewerten kann.

Für den im Detail untersuchten Betrieb wurden Energiekennzahlen ermittelt, die den Energieverbrauch pro eingesetzter Mehlmenge (Rohmaterialeinsatz) und pro erzeugter Produktionsmengen unterteilt in Produktklassen anzeigen.

Kennzahl	Musterbetrieb	Literaturwerte
Gesamtenergieverbrauch pro Tonne Mehleinsatz [kWh / t Mehl]	1.082	800 – 2.500
Gesamtstromverbrauch pro Tonne Mehleinsatz [kWh / t Mehl]	262	200

[165] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

Gesamtwärmeverbrauch pro Tonne Mehleinsatz [kWh / t Mehl]	820	1.500

Tab. 44: Gesamtenergiekennzahlen einer industriellen Bäckerei, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Quelle: Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2000

Produktspezifische Kennzahl	Kennziffer	Einheit
Stromverbrauch Mischbrot*	73	kWh_{el} /t Mehl
Wärmeverbrauch Mischbrot*	641	kWh_{th} /t Mehl
Stromverbrauch Brötchen*	104	kWh_{el} /t Mehl
Wärmeverbrauch Brötchen*	350	kWh_{th} /t Mehl
Stromverbrauch Toastbrot**	95	kWh_{el} /t Mehl
Wärmeverbrauch Toastbrot**	569	kWh_{th} /t Mehl
Stromverbrauch Feingebäck*	134	kWh_{el} /t Mehl
Wärmeverbrauch Feingebäck*	881	kWh_{th} /t Mehl
Gesamtenergieverbrauch Krapfen*	435	kWh_{el} /t Mehl
Stromverbrauch Pasteur	18	kWh_{el} /t Mehl
Wärmeverbrauch Pasteur	117	kWh_{th} /t Mehl
* ohne Mehlförderung, Schwaden und Kälte ** ohne Mehlförderung, Schwaden, Kälte und Pasteur		

Tab. 45: Produktenergiekennzahlen einer industriellen Bäckerei, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Quelle: Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2000

7.24.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Gesamtenergieverbrauch /Rohmaterialeinsatz
- Gesamtenergieverbrauch / Produktionsmenge

Da in Bäckereien auch viel Warmwasser benötigt wird, sollte der spezifische Wasserverbrauch erhoben werden.

7.24.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Rohmaterialeinsatz

Bei Bäckereien bietet sich für die Energiekennzahlenerstellung vor allem das verarbeitete Mehl in Tonnen als produktionsspezifische Größe an.

Produkt bzw. Produktionsmenge

Als branchenspezifische Bezugsgröße kann hier die Menge an produzierten Brot- und Backwaren herangezogen bzw. abgefragt werden.

Eine andere Möglichkeit wäre, wie im BESS-Projekt, die verarbeitete Menge Mehl mit dem Faktor 1,35 zu multiplizieren, um das Produktionsvolumen von Brot zu erhalten.

Der Energieverbrauch ist jedoch auch vom Produktmix abhängig. Bäckereien mit einem Feingebäckanteil von deutlich über 25 % haben meist einen höheren spezifischen Energieverbrauch, da die Backflächenauslastung bei der Feingebäckherstellung im Vergleich zur Produktion von Brot und Brötchen ungünstiger ist.

Um den Produktmix bei der Kennzahlenerstellung besser zu berücksichtigen, sollte eine detailliertere Datenerhebung erfolgen.

Die Summe aller produzierten Produkte in Tonnen pro Jahr unterteilt nach PRODCOM.

PRODCOM für 10.71 Herstellung von Backwaren ohne Dauerbackwaren

- **10.71.11 Frisches Brot**
- 10.71.11.00 Frisches Brot, ohne Zusatz von Honig, Eiern, Käse oder Früchten
- **10.71.12 Feine Backwaren (ohne Dauerbackwaren), gesüßt**
- 10.71.12.00 Feine Backwaren (ohne Dauerbackwaren), gesüßt

7.25 Benchmarking in der Branche: Futtermittelhersteller

In Deutschland zählen 122 Betriebe zur Branche „Herstellung von Futtermitteln nach NACE C 10.9“. Die größte Untergruppe ist die Gruppe 10.91 Herstellung von Futtermitteln für Nutztiere. Diese 87 Betriebe[166] beschäftigen rund 7.400 Personen.

7.25.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für industrielle Betriebe zur Herstellung von Futtermitteln für Nutztiere sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die zum NACE 4-Steller C 10.91 zählen.

7.25.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen.

7.25.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (klima:aktiv Branchenkonzept)

Die Österreichische Energieagentur erstellt gemeinsam mit Energieberatern im Rahmen des klima:aktiv Programms „energieeffiziente betriebe“ Energiekonzepte für unterschiedliche Branchen (Branchenkonzepte).

2010 wurde ein Branchenkonzept für Mahl- und Schälmühlen und Futtermittelhersteller erstellt. Im Rahmen der Erstellung des Branchenenergiekonzeptes erfolgten umfangreiche Erhebungen in 24 verschiedenen Mitgliedsbetrieben der Branche.

Im Projekt wurde ein Fragebogen entwickelt, der bei der Datenerhebung und bei Begehungen in ausgewählten Betrieben vor Ort eingesetzt wurde. Der Fragebogen sollte möglichst geeignet sein, um aus den in den teilweise sehr unterschiedlichen Betrieben der Branche erhobenen Daten hinreichend aussagekräftige Kennzahlen ableiten bzw. grobe Unterschiede aufgrund spezieller Betriebs- / Produktionsbedingungen erklären zu können.

Zu diesem Zweck wurden neben allgemeinen Informationen zum Unternehmen, spezielle Angaben zum Betriebsstandort, zu Energieeinsatz- und Bezugsdaten sowie Daten zur Produktions- und Betriebstypologie abgefragt.

Branchenenergiekennwerte	kWh/t
Durchschnittlicher thermischer Energieeinsatz pro produzierter Tonne Futtermittel	44,9
Durchschnittlicher elektrischer Energieeinsatz	37,9

[166] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

pro produzierter Tonne Futtermittel	
Durchschnittlicher Gesamtenergieeinsatz pro produzierter Tonne Futtermittel	82,8

Tab. 46: Branchenenergiekennwerte für Futtermittelhersteller; nach klima:aktiv Branchenkonzepte

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010

Durchschnittlicher Energieeinsatz je produzierter Tonne Futtermittel

Die bei Futtermittelerzeugern relevante Bezugsgröße für die Ermittlung des spezifischen Energieeinsatzes im Produktionsprozess ist die Menge an produziertem Futtermittel.

Insgesamt beläuft sich der durchschnittliche Gesamtenergieeinsatz in den befragten Unternehmen auf 82,9 kWh pro produzierter Tonne Futtermittel. Davon sind 37,9 kWh elektrische Energie und 44,9 kWh thermische Energie pro Tonne Futtermittel enthalten.

Es wird deutlich, dass bei der Futtermittelerzeugung im Unterschied zu den Mühlen, ein wesentlicher Anteil, nämlich 51,1 %, auf die thermische Energie entfällt. In einem durchschnittlichen Futterwerk wird somit ein großer Teil thermischer Energie eingesetzt. Vorwiegend wird diese Energie zur Erzeugung von Prozessdampf, der für die Konditionierung und Strukturierung des Produktes notwendig ist, verwendet. Ein geringer Teil wird auch in Futterwerken für Heizzwecke der dem Betrieb angeschlossenen Gebäudeflächen eingesetzt.

Der elektrische Energieeinsatz beläuft sich auf 48,9 % des Gesamtenergieeinsatzes.

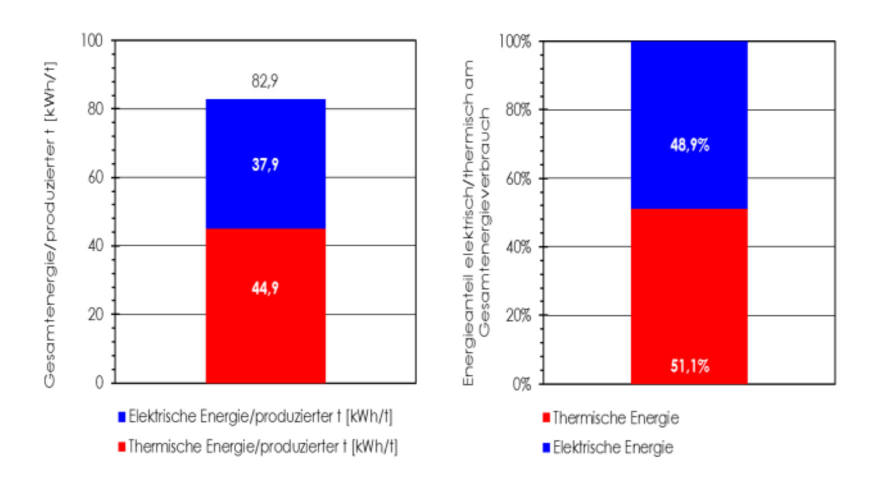


Abb. 26: Spezifischer Energieeinsatz bei Futtermittelerzeugern

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010

Wie auch Mühlenbetriebe sind Futterwerke nicht ausgesprochen personalintensiv. Der Jahresgesamtenergieeinsatz beträgt bei Futtermittelerzeugern ca. 125.000 kWh pro Mitarbeiter und Jahr. Um 1.000 € Umsatz zu erwirtschaften, ist bei Futtermittel erzeugenden Betrieben im Durchschnitt ein Energieeinsatz von 243 kWh erforderlich

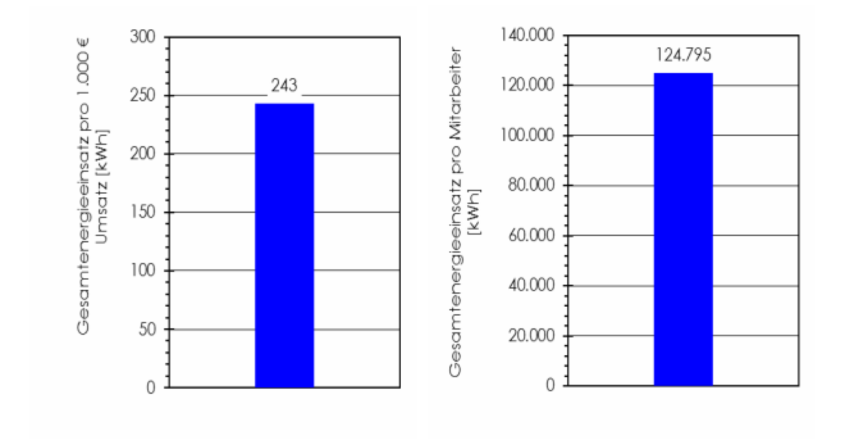


Abb. 27: Gesamtenergieeinsatz in kWh pro Umsatz und pro Mitarbeiter bei Futtermittelerzeugern

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010

7.25.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Gesamtenergieverbrauch / produzierter Menge Futtermittel
- Gesamtenergieverbrauch / Mitarbeiter

7.25.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Mitarbeiter

Anzahl der Mitarbeiter in Vollzeitäquivalent

Produkt bzw. Produktionsmenge

Die Summe aller produzierten Futtermittel in Tonnen pro Jahr. Eventuell kann auch eine detailliertere Unterscheidung der Produkte nach PRODCOM Sinn machen:

Prodcom für 10.91 Herstellung von Futtermitteln für Nutztiere

- **10.91.10 Futtermittel für Nutztiere (ohne Mehl und Pellets von Luzerne)**
- 10.91.10.10 Vormischungen für die Fütterung von Nutztieren (ohne Heimtierfutter)
- 10.91.10.33 Zur Verfütterung verwendete Zubereitungen für Schweine (ausgenommen Vormischungen)
- 10.91.10.35 Zur Verfütterung verwendete Zubereitungen für Rinder (ausgenommen Vormischungen)
- 10.91.10.37 Zur Verfütterung verwendete Zubereitungen für Geflügel (ausgenommen Vormischungen)
- 10.91.10.39 Zur Verfütterung verwendete Zubereitungen für andere Nutztiere (ohne solche für Schweine, Geflügel und Rinder) (ausgenommen Vormischungen)

7.26 Benchmarking in der Branche: Herstellung von Bier

In Deutschland zählen 252 Betriebe zur Branche „Herstellung von Bier[167] nach NACE C 11.05“. In diesem Bereich arbeiten rund 28.200 Personen.

7.26.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Betriebe der Bierherstellung sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die zum NACE 4-Steller C 11.05 zählen. Eine Clusterung der Betriebe nach der Produktionsmenge hat sich als sinnvoll herausgestellt.

7.26.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen. Es ist zu entscheiden, ob der Fuhrpark in das Benchmarkingsystem aufgenommen werden soll.

7.26.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (Wirtschaftskammer Oberösterreich)

Ausgehend von Energieberatungen in Österreichischen Brauereibetrieben wurde im Jahr 2000 ein Branchenkonzept über Energiesparpotenziale für Brauereien erstellt. Die untersuchten Betriebe haben hinsichtlich Größe, Produktionsmenge, Zahl der Mitarbeiter, Art der Geräteausstattung, eingesetzte Verfahren bzw. eingesetzte Energieträger aber auch der im Betrieb durchgeführten Produktionsschritte eine relativ große Streuung. Dementsprechend unterschiedlich waren auch die Energieverbräuche.

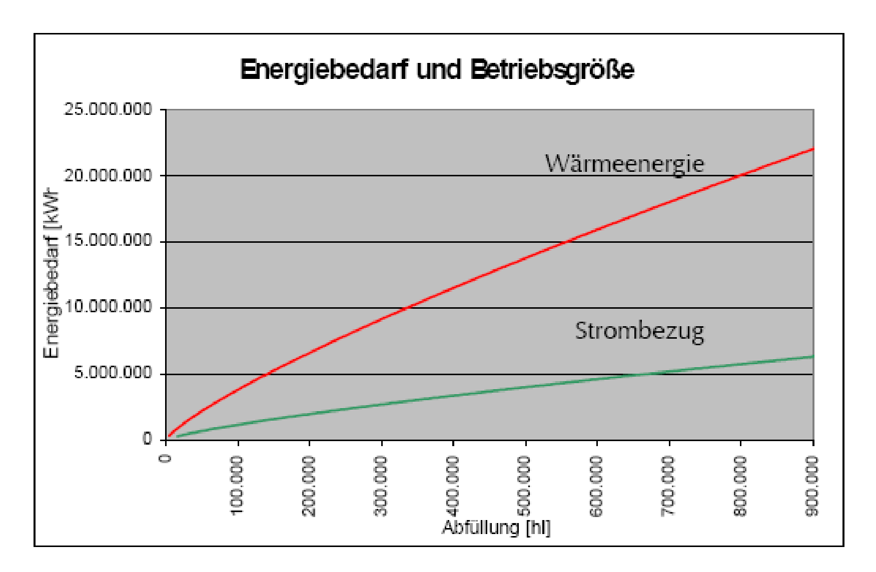


Abb. 28: Energiebedarf Bierproduktion - in Abhängigkeit von der Betriebsgröße; nach WKOÖ

Quelle: Wirtschaftskammer Oberösterreich 2000

[167] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

Die obige Grafik zeigt, wie der absolute Energieverbrauch (Strom und Wärme) mit der Größe der Brauerei zunimmt. Da der Anstieg nicht linear ist, lässt sich schlussfolgern, dass größere Brauereien wegen der besseren Auslastung der Produktionsanlagen (kontinuierlicher Betrieb) effizienter arbeiten als kleinere.

Spezifischer Strombedarf pro Produktionsmenge in hl

Um den Einsatz der elektrischen Energie verschiedener Brauereien vergleichen zu können, wurde hier der Wert der spezifischen elektrischen Energie errechnet. Als Bezugswert wurde die tatsächlich produzierte Menge Bier herangezogen.

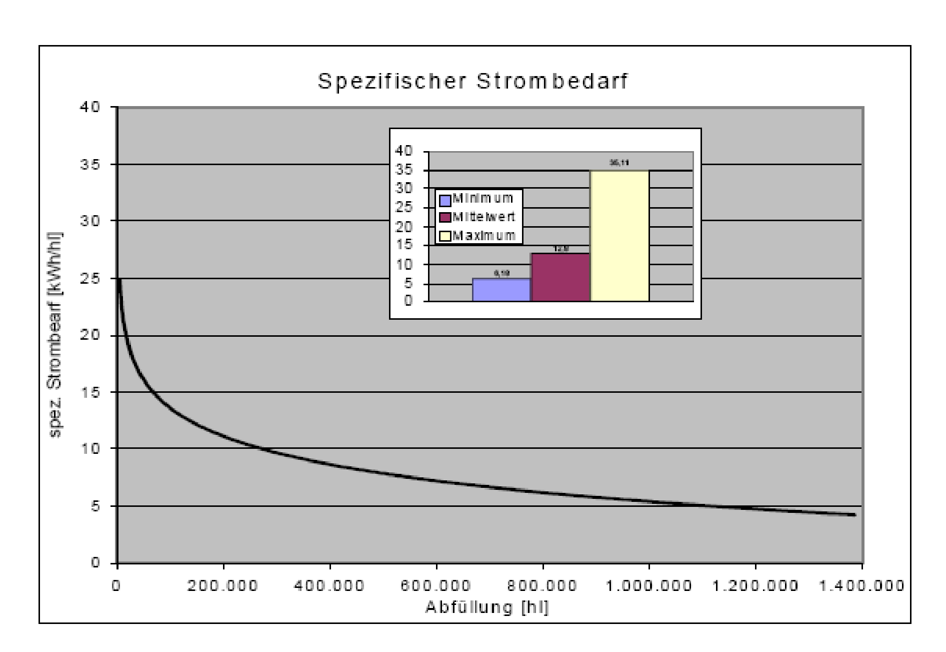


Abb. 29: Spezifischer Strombedarf in Abhängigkeit von der Betriebsgröße; nach WKOÖ

Quelle: Wirtschaftskammer Oberösterreich 2000

Es ist deutlich zu sehen, wie der spezifische elektrische Energieverbrauch mit der Höhe der abgefüllten Menge bzw. mit der Auslastung der Ressourcen, und damit mit der Größe des Betriebes sinkt. Die Werte schwanken zwischen 4,5 und 35 kWh/hl. Als Richtwerte können folgende Werte herangezogen werden:

- bis 50.000 hl/a bis 25 kWh/hl
- bis 500.000 hl/a bis 15 kWh/hl
- über 500.000 hl/a bis 8 kWh/hl

Dies sind Richtwerte, die je nach Betrieb angestrebt werden sollten. Speziell bei kleineren Brauereien ist es jedoch nicht immer möglich, diese Werte zu erreichen, weil es dazu notwendig wäre, die gesamte technische Ausstattung auszuwechseln.

Spezifischer Wärmebedarf pro Produktionsmenge in hl

Auch hier ist wieder deutlich sichtbar, dass größere und besser ausgelastete Betriebe, die bessere Energieausnutzung aufweisen. Einziger Unterschied im Vergleich zum spezifischen Strombedarf ist der deutlich höhere spezifische Wärmebedarf, der im Schnitt im Bereich von 30 kWh/hl liegt.

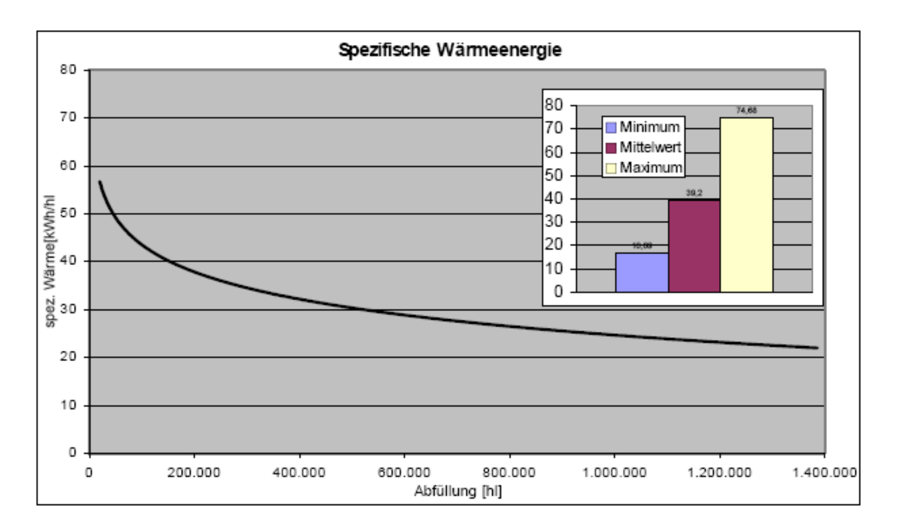


Abb. 30: Spezifische Wärmeenergie in Abhängigkeit von der Betriebsgröße; nach WKOÖ

Quelle: Wirtschaftskammer Oberösterreich 2000

Kennzahlen	Minwert	Mittelwert	Maxwert
Stromverbrauch pro produzierter Menge Bier [kWh_e/hl]	7	12	39
Wärmeverbrauch pro produzierter Menge Bier [kWh_{th}/hl]	10	39	75
Fuhrpark – Transport – Logistik [kWh / hl]	10		20

Tab. 47: Energiekennzahlen für die Bierherstellung; nach WKOÖ

Quelle: Wirtschaftskammer Oberösterreich 2000

7.26.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Der Energieverbrauch, unterteilt in elektrischen und thermischen Verbrauch pro produzierter Menge Bier in Hektolitern, ist eine aussagekräftige Kennzahl für Brauereien.

- Energieverbrauch pro produzierter Menge

7.26.5 Besonderheiten bei der Datenabfrage

Produktionsmenge

Produzierte Menge Bier in Hektolitern pro Jahr

7.27 Benchmarking in der Branche: Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke

In Deutschland zählen 949 Betriebe[168] zur Branche „Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)“ nach NACE C 16. In dieser Branche sind rund 75.500 Personen beschäftigt. In der Untergruppe 16.1 Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke sind in 225 Betrieben rund 15.000 Personen beschäftigt.

7.27.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein, die zum NACE 3-Steller C 16.1 zählen.

Eine Unterteilung in die einzelnen Werkstypen ist für die Vergleichbarkeit von Kennzahlen empfehlenswert:

- Sägewerke
- Hobelwerke
- Holzimprägnierwerke

7.27.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen. Da in Sägewerken auch ein hoher Energieverbrauch für die Bewegung des Holzes am Betriebsgelände anfällt, empfiehlt es sich diesen “Transport am Firmengelände” in die Benchmarking-Grenze mit einzubeziehen.

7.27.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien

7.27.3.1 klima:aktiv Branchenkonzepte

Die Österreichische Energieagentur erstellt gemeinsam mit Energieberatern im Rahmen des klima:aktiv Programms „energieeffiziente betriebe“ Energiekonzepte für unterschiedliche Branchen (Branchenkonzepte).

2010 wurde ein Branchenkonzept für Sägewerke erstellt. Folgende Kennzahlen wurden dabei für 5 untersuchte Betriebe ermittelt:

Kennwerte	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 5
kWh Treibstoff / fm Einschnitt	18,13	32,41	19,59	18,18	19,90

[168] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

kWh elektrisch / fm Einschnitt	33,81	19,30	24,38	30,53	18,74
kWh thermisch / fm Einschnitt	139,30	59,37	81,15	157,09	31,02
kWh thermisch / m³ Jahresmenge getrocknet (durchschnittlicher Trocknungsgrad 8-12 %)	275,25	139,06	222,22	861,24	168,31
Wärmebedarf / Betriebsfläche (kWh / m²)	37,36	293,58	1.186,00	67,52	56,06
Trocknung elektrisch in kWh / m³ *)	21,42	3,85	17,47	47,41	20,41
mittleres Druckluftniveau an den Kompressoren in bar	10,00	6,00	8,00	9,00	10,00
Anteil der Energie für Druckluft am EV elektrisch in %	9,00	8,00	3,00	3,00	9,00
*) Summe der Ventilatorverbräuche pro Jahr und Jahresmenge getrocknet					

Tab. 48: Energiekennzahlen für Säge, Hobel und Holzimprägnierwerke; nach klima:aktiv Branchenkonzepte

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010b

7.27.3.2 Norwegisches Benchmarkingsystem

Die norwegischen BESS-Projektpartner haben folgende Kennzahlen für die Holzindustrie in ihrem nationalen Benchmarkingsystem erhoben.

Typischer Verbrauch für ein Sägewerk mit Hobelwerk

Kennwerte	Durchschnittswert	Bester Wert
kWh elektrisch /m³ Holz verarbeitet	89	61
kWh thermisch /m³ Holz verarbeitet	327	164

Tab. 49: Energiekennzahlen (elektrisch, thermisch) für Sägewerke; nach Norwegischem Benchmarkingsystem

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010b

Die Kennzahl „kWh Gesamtenergieverbrauch pro m³ Holz verarbeitet“ wurde für die Sägewerke erhoben unter Berücksichtigung der Ausstattung mit Trocken- und Hobelwerken:

Betriebsart	Durchschnittswert [kWh / m³]	Bester Wert [kWh / m³]
Sägewerk mit Trocknung und Hobelwerk	400	183
Sägewerk mit Trocknung	505	356
Sägewerk mit elektrischer Trocknung	134	99
Sägewerk mit Hobelwerk - ohne Trocknung	204	82

Tab. 50: Energiekennzahlen (gesamt) für Sägewerke; nach Norwegischem Benchmarkingsystem

Quelle: klima:aktiv Branchenkonzepte 2010b

7.27.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

- Energieverbrauch / Festmeter Einschnitt
- Treibstoffverbrauch / Festmeter Einschnitt
- Energieverbrauch / m³ getrocknetem Holz

7.27.5 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Zur Datenerhebung sollte ein Erhebungsbogen erstellt werden, den alle teilnehmenden Betriebe ausfüllen müssen. Um eine einheitliche Angabe der Daten zu erreichen, müssen folgende Begriffe im Erhebungsbogen definiert werden:

Rohmaterial

Festmeter Rundholzeinschnitt, die pro Jahr im Betrieb verarbeitet werden.

Getrocknete Menge Schnittholz

In m³ pro Jahr

Produkt bzw. Produktionsmenge

Die Summe aller Schnittholzprodukte in Tonnen pro Jahr. Eine sehr detailliertere Unterscheidung der Produkte ist nach PRODCOM möglich (innerhalb 16.10 Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke):

- **16.10.10** **Bahnschwellen aus Holz, nicht imprägniert; Holz, in der Längsrichtung gesägt oder gesäumt, gemessert oder geschält, mit einer Dicke von mehr als 6 mm**

- 16.10.10.10 Bahnschwellen aus Holz, nicht imprägniert
- 16.10.10.33 Nadelholz, in der Längsrichtung gesägt oder gesäumt, gemessert oder geschält, mit einer Dicke von mehr als 6 mm, gehobelt oder geschliffen (auch keilverzinkt)
- 16.10.10.35 Fichten- oder Tannenschnittholz
- 16.10.10.37 Kiefernschnittholz
- 16.10.10.39 Sonstiges Nadelschnittholz (ohne Kiefer, Fichte und Tanne), auch Brettchen
- 16.10.10.50 Holz, in der Längsrichtung gesägt oder gesäumt; gemessert oder geschält; über 6 mm Dicke; außer Nadel- und Tropenholz und Blöcken, Stäben und Friesen aus Eichenholz
- 16.10.10.71 Tropenholz, in der Längsrichtung gesägt oder gesäumt; gemessert oder geschält; keilverzinkt oder gehobelt/geschliffen; über 6 mm Dicke
- 16.10.10.77 Stäbe und Friese für Parkett aus Eichenholz, nicht zusammengesetzt, mit einer Dicke > 6 mm
- **16.10.21 Holz (einschließlich Stäbe und Friese für Parkett, nicht zusammengesetzt, Leisten und Stangen), entlang einer oder mehrerer Kanten, Enden oder Flächen profiliert**
- 16.10.21.10 Nadelholz, entlang einer oder mehreren Kanten profiliert, auch gehobelt, geschliffen oder keilverzinkt (einschließlich Stäbe und Friese für Parkett, nicht zusammengesetzt)
- 16.10.21.50 Laubholz, entlang einer oder mehreren Kanten profiliert, auch gehobelt, geschliffen oder keilverzinkt (einschließlich Stäbe und Friese für Parkett, nicht zusammengesetzt)
- **16.10.22 Holzwolle; Holzmehl**
- 16.10.22.00 Holzwolle; Holzmehl
- **16.10.23 Holz in Form von Plättchen oder Schnitzeln**
- 16.10.23.03 Holz in Form von Plättchen oder Schnitzeln (Hackschnitzel), aus Nadelholz
- 16.10.23.05 Holz in Form von Plättchen oder Schnitzeln (Hackschnitzel), aus Laubholz
- **16.10.31 Rohholz, auch entrindet, vom Splint befreit oder zwei- oder vierseitig grob zugerichtet, mit Farbe, Beize, Kreosot oder anderen Konservierungsmitteln behandelt**
- 16.10.31.16 Rohholz, auch entrindet, vom Splint befreit oder zwei- oder vierseitig grob zugerichtet, mit Farbe, Beize, Kreosot oder anderen Konservierungsmitteln behandelt
- 16.10.32 **Bahnschwellen aus Holz, imprägniert**
- 16.10.32.00 Bahnschwellen aus Holz, imprägniert
- 16.10.39 **Anderes Rohholz (einschließlich gespaltener Pfähle und Pflöcke)**
- 16.10.39.00 Anderes Rohholz (einschließlich gespaltener Pfähle und Pflöcke)
- 16.10.91 **Dienstleistungen des Trocknens, Imprägnierens oder chemischen Behandelns von Holz**
- 16.10.91.00 Dienstleistungen des Trocknens, Imprägnierens oder chemischen Behandelns von Holz

7.28 Benchmarking in der Branche: Hersteller sonstiger Holzkonstruktionen

In Deutschland zählen 949 Betriebe[169] zur Branche „Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)“ nach NACE C 16. In dieser Branche sind rund 75.500 Personen beschäftigt. In der Untergruppe 16.23 Herstellung von sonstigen Konstruktionen und Fertigbauteilen aus Holz sind in 416 Betrieben rund 33.300 Personen beschäftigt.

7.28.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Betriebe zur Herstellung von sonstigen Konstruktionen und Fertigbauteilen aus Holz und die zum NACE 4-Steller C 16.23 zählen, sollte für alle Betriebe zugänglich und passend sein.

Diese Untergruppe stellt vorwiegend folgende Produkte her:

- Fenster, Fenstertüren, Rahmen und Verkleidungen dafür, Türen und Türrahmen,--verkleidungen und -schwellen, aus Holz
- Verschalungen für Betonarbeiten, Schindeln
- Andere Bautischlerwaren aus Holz (anderweitig nicht angegeben)
- Vorgefertigte Gebäude aus Holz

7.28.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen.

7.28.3 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Geeignete EPI für die Herstellung von Holzkonstruktionen sind der Energieverbrauch pro Produktion.

- Energieverbrauch (unterteilt in Strom und Wärme) / Gesamtproduktion in Stück pro Jahr
- Energieverbrauch (unterteilt in Strom und Wärme) / Produktion unterteilt in einzelne Produkte in Stück pro Jahr
- Energieverbrauch / Bruttogrundfläche
- Energieverbrauch / Mitarbeiter

Ob die Betriebsgröße oder die Anzahl der Mitarbeiter auch aussagekräftige Energiekennzahlen liefern können, muss im Detail überprüft werden.

[169] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

7.28.4 Besonderheiten bei der Datenerhebung

Produktionsmenge

Eine detailliertere Erhebung der produzierten Mengen (Stückzahl) pro Produkt nach PRODCOM ist empfehlenswert (innerhalb 16.23 Herstellung von sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz):

- **16.23.11 Fenster, Fenstertüren, Rahmen und Verkleidungen dafür, Türen und Türrahmen, -verkleidungen und -schwellen, aus Holz**
- 16.23.11.10 Fenster, Fenstertüren, Rahmen und Verkleidungen dafür, aus Holz
- 16.23.11.50 Türen und Rahmen dafür, Türverkleidungen und -schwellen, aus Holz
- **16.23.12 Verschalungen für Betonarbeiten, Schindeln**
- 16.23.12.00 Verschalungen für Betonarbeiten, Schindeln
- **16.23.19 Andere Bautischlerwaren aus Holz, a.n.g.**
- 16.23.19.00 Andere Bautischler- und Zimmermannsarbeiten, aus Holz, a.n.g.
- **16.23.20 Vorgefertigte Gebäude aus Holz**
- 16.23.20.00 Vorgefertigte Gebäude aus Holz

7.29 Benchmarking in der Branche: Pharmazeutische Industrie

In Deutschland zählen 241 Betriebe zur Branche „Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen[170] nach NACE C 21“. In diesem Bereich arbeiten rund 112.000 Personen. In der Untergruppe 21.1. Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen sind in 35 Betrieben rund 5.100 Personen beschäftigt. In der Untergruppe 21.2 Herstellung von pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen Erzeugnissen gibt es 206 Betriebe mit rund 107.000 Beschäftigten.

Der Endenergieverbrauch für die „sonstige chemische Industrie“ betrug 2010 in Deutschland 21,7 TWh[171]. Neben den 241 pharmazeutischen Industriebetrieben gehören noch weitere 1.286 Betriebe zur „sonstigen chemischen Industrie“. Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch für die Betriebe der „sonstigen chemischen Industrie“ von rund 14.200 MWh.

7.29.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für die Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen sollte für alle Betriebe, die zum NACE 2-Steller C 21 zählen, zugänglich und passend sein.

7.29.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen. Im Energy Performance Indicator Tool des USA Energy Star Programms für pharmazeutische Betriebe werden Bereiche wie F&E und Büroflächen nicht berücksichtigt, außer sie sind mit den Produktionsprozessen gemeinsam untergebracht und haben die Aufgabe, diese zu unterstützen. Die erfassten Energiedaten für nicht mit der Produktion zusammenhängende Bereiche müssen daher vor der Eingabe in das Tool abgezogen werden.

7.29.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (Energy Star)

Der ENERGY STAR®-EPI für pharmazeutische Produktionsanlagen ermöglicht Betrieben einen Vergleich der eigenen Energieleistung mit ähnlichen in den Vereinigten Staaten angesiedelten Anlagen.

Das Excel-Tool wurde im Rahmen des freiwilligen ENERGY STAR-Programms der US-Umweltbehörde EPA entwickelt und ermöglicht Benchmarking. Benchmarking ist eine wesentliche Komponente des ENERGY STAR-Leitfadens für Energiemanagement (www.energystar.gov).

Der EPI für pharmazeutische Produktionsanlagen basiert auf Branchendaten, die vom statistischen Bundesamt der USA erhoben wurden. Das Tool wurde von Unternehmen im Rahmen ihrer Teilnahme am ENERGY STAR-Branchenfokus getestet und validiert.

[170] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

[171] Vgl. Fraunhofer 2012a

Unterschiede zwischen den Anlagen werden durch Verwendung folgender Anlagencharakteristika bereinigt:

- Anlagengröße
- Anteil Bulkchemikalien
- Anteil Fill & Finish
- Anteil F&E
- Jährliche Betriebszeiten Bulkchemikalien
- Jährliche Betriebszeiten Fill & Finish
- Jährliche Betriebszeiten F&E
- Heiz- und Kühlgradtage

Die Anwendung ermöglicht eine Bewertung der Energieeffizienz auf einer Skala von 1 bis 100, wobei 100 das höchste Leistungsniveau widerspiegelt, und erlaubt eine Einschätzung des Betriebs im Vergleich zu anderen Anlagen.

Produktionsanlagen mit einem Wert von 75 oder mehr kommen als Anerkennung ihrer besonderen Leistung für eine ENERGY STAR-Zertifizierung durch die US-Umweltbehörde in Frage.

Das Tool berechnet anhand der eingegebenen Daten eine "durchschnittliche Anlage" und eine "effiziente Anlage".

Der EPI wird als "gesamte eingesetzte Primärenergie pro Fläche (Quadratfuß)" angegeben. Im Folgenden wird der EPI für eine Anlage mit den unten dargestellten fiktiv angenommenen Anlagencharakteristika gezeigt:

- Anlagengröße — 550.000 sqf
- Anteil Bulkchemikalien — 70 %
- Anteil Fill & Finish — 25 %
- Anteil F&E — 3 %
- Jährliche Betriebszeiten Bulkchemikalien — 5.000 h
- Jährliche Betriebszeiten Fill & Finish — 6.000 h
- Jährliche Betriebszeiten F&E — 300 h
- Heizgradtage — 4.100
- Kühlgradtage — 1.600
- Bezogener Strom — 50.000 MWh/a
- Bezogenes Erdgas — 80.000 MMBtu

Mit diesen Angaben berechnet das Excel-Tool den EPI für eine "durchschnittliche Anlage" und für eine "effiziente Anlage" mit gleichen Anlagencharakteristika.[172] Im Vergleich dazu sieht man den EPI für die eingegebene Anlage:

[172] Vgl. Energy Star 2011c

Kennzahl	Effiziente Anlage	Durchschnittliche Anlage	Eingegebene Anlage
Energieintensität [Primärenergie MMBtu/Sq.Ft.]	0,335	0,6111	0,749

Tab. 51: Berechnete Energiekennzahl für pharmazeutischen Industriebetrieb; nach Energy Star

Quelle: Energy Star 2011c

7.29.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Die Branchenuntersuchung des Statistischen Bundesamtes der USA und der Praxistest mit pharmazeutischen Betrieben haben ergeben, dass der für die Branche geeignete Energy Performance Indicator der "Primärenergieeinsatz pro Anlagengröße in Quadratfuß" ist. Eigene Überprüfungen der Aussagekraft von EPIs, welche die produzierten Mengen in Relation zum Energieeinsatz setzen, könnten trotzdem durchgeführt werden.

7.29.5 Besonderheiten bei der Datenabfrage

Im Energy Star EPI Tool sind folgende Definitionen zur Datenabfrage zu finden:

Gesamtanlagengröße

Die Gesamtfläche der Anlage sind in tausend Quadratfuß (ca. 100m²) anzugeben. Die für das Benchmarking vorgesehene Gesamtnettofläche der Gebäude und Prozessbereiche umfasst alle Flächen, die für Herstellung, F&E oder zur Unterstützung dieser Bereiche genutzt werden. Parkflächen und Freiflächen zählen nicht dazu. Kleingebäude wie Wachgebäude, kleine Lagerschuppen etc. müssen nicht mit aufgeführt werden.

Anteil der Bereiche

Tatsächliche oder geschätzte Aufschlüsselung in einzelne Bereiche (z. B. F&E, Produktion von Bulkchemikalien, Fill & Finish) als Prozentsatz der Gesamtanlagenfläche.

Jährliche Heiz- & Kühlgradtag-Werte

Werte für Heizgradtage (HGT) und Kühlgradtage (KGT) für die laufende Periode von 12 Monaten sowie für das Vergleichsjahr, und zwar für den tatsächlichen Standort des Unternehmens (wenn Wetter und Temperatur vor Ort gemessen und überwacht werden) oder von einer Wetterstation in nächster Nähe zur Anlage; Daten zu HGT und KGT aus der nächsten Wetterstation können aus der Datenbank der NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) unter www.noaa.gov und anderen Online-Wetterseiten abgefragt werden.

Bulkchemikalien

Bereiche, in denen sowohl aktive als auch inaktive Zutaten in Großmenge verarbeitet werden, wie das Mischen, Mahlen und Trocknen von Pulver; Mischen von Flüssigkeiten, Gels und Cremen. Alle Büroräume, die eine gemeinsame Heizung, Lüftung und Klimatisierung (HLK) mit dem Bereich Bulkchemikalien haben, werden zum Bulkchemikalien-Bereich gerechnet.

Fill & Finish

Alle Gebäudeflächen, die für Fill- und/oder Finish-Prozesse genutzt werden ODER für die Herstellung, Produktion, Lagerung von Produkten in klimatisierter Umgebung. Zum Fill & Finish zählen Tablettierung, Verkapselung von Pulvern oder Flüssigkeiten sowie die abschließende Abfüllung/Verpackung dieses Produkts; das Einfüllen von Flüssigkeiten, Gels oder Cremen in ihre Verkaufsverpackungen. Alle Büroräume, die gemeinsame HLK mit dem Fill & Finish-Bereich haben, gelten als Fill & Finish-Bereich.

F&E

Laborgebäude, darunter Tierversuchslabors, Lagerräume, Versuchsräume, Pilotanlagen und in den F&E-Anlagen untergebrachte Büroräume. Dazu gehören auch Prozesslabors und QA Labors. Alle Büroflächen, die gemeinsame HLK mit F&E / Laborflächen haben, zählen zu F&E / Laborfläche.

Sonstige Flächen

Alle Flächen, die keine gemeinsame HLK mit den Bereichen Bulkchemikalien, Fill & Finish, Sterile Abfüllung oder F&E / Laborflächen haben. Dazu zählen zum Beispiel Lagerflächen für Herstellung und Verwaltung.

Betriebszeit

Diese Bezugsgröße gibt Auskunft über die Anlagenauslastung. Für Produktionsbereiche müssen die durchschnittlichen jährlichen Stunden aktiver Herstellung/Produktion angegeben werden. Für F&E / Labor- und Büroflächen müssen die durchschnittlichen jährlichen Arbeitszeiten angegeben werden.

Produktionsmenge

Die Produktionsmenge wird im Energy Star Tool nicht erhoben. Sollte eine Erhebung der Produktionsmengen nötig sein, so kann neben der Gesamtproduktion auch eine Unterteilung nach PRODCOM vorgenommen werden:

- **21.10 Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen:**
- 21.10.10 Salicylsäure, O-Acetylsalicylsäure, ihre Salze und Ester
- 21.10.20 Lysin; Glutaminsäure und ihre Salze; quartäre Ammoniumsalze und -hydroxide; Phosphoaminolipoide; Amide und ihre Derivate sowie deren Salze
- 21.10.31 Ausgewählte heterocyclische Verbindungen
- 21.10.32 Sulfonamide
- 21.10.40 Chemisch reine Zucker (ohne Saccharose, Laktose, Maltose, Glucose, Fructose); Ether und Ester von Zuckern und ihre Salze
- 21.10.51 Natürliche, auch synthetisch hergestellte Provitamine und Vitamine (einschließlich natürlicher Konzentrate) und ihre hauptsächlich als Vitamine gebrauchten Derivate, auch untereinander gemischt, auch in Lösungsmitteln

- 21.10.52 Natürliche, auch synthetisch hergestellte Hormone; ihre hauptsächlich als Hormone gebrauchten Derivate; andere hauptsächlich als Hormone gebrauchte Steroide
- 21.10.53 Natürliche, auch synthetisch hergestellte Glykoside und pflanzliche Alkaloide, ihre Salze, Ether, Ester und anderen Derivate
- 21.10.54 Antibiotika
- 21.10.60 Drüsen, andere Organe, andere menschliche oder tierische Stoffe zu therapeutischen und ähnlichen Zwecken; Heparin; menschliches Blut; tierisches Blut, zu therapeutischen und ähnlichen Zwecken zubereitet; Kulturen von Mikroorganismen
- **21.20 Herstellung von pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen pharmazeutischen Erzeugnissen:**
- 21.20.11 Arzneiwaren, Penicilline oder andere Antibiotika enthaltend
- 21.20.12 Arzneiwaren (ohne solche mit Antibiotika), Hormone enthaltend
- 21.20.13 Arzneiwaren, Alkaloide oder ihre Derivate, Jod, Jodverbindungen, Vitamine, jedoch weder Hormone noch Antibiotika enthaltend
- 21.20.21 Antisera und andere Blutbestandteile; Vaccine
- 21.20.22 Empfängnisverhütende chemische Zubereitungen auf der Grundlage von Hormonen oder Spermiziden
- 21.20.23 Reagenzien zum Bestimmen der Blutgruppen oder Blutfaktoren; Röntgenkontrastmittel; andere diagnostische Reagenzien
- 21.20.24 Heftpflaster, Watte, Mull, Binden; steriles Catgut und ähnliches Material; Taschen und andere Behältnisse mit Apothekenausstattung für Erste Hilfe

7.30 Benchmarking in der Branche: Kunststoffindustrie

In Deutschland zählen 2.361 Betriebe zur Branche „Herstellung von Kunststoffwaren nach NACE C 22.2“[173]. In der Untergruppe 22.21 Herstellung von Platten, Folien usw. aus Kunststoffen sind 439 Betriebe mit rund 72.000 Beschäftigten vertreten.

Der Endenergieverbrauch für die Herstellung von „Gummi- und Kunststoffwaren“ betrug 2010 in Deutschland 9,3 TWh[174]. Neben den 2.361 Betrieben der Herstellung von Kunststoffwaren gibt es 260 Betriebe zur Herstellung von Gummiwaren. Daraus lässt sich ein durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch für die Betriebe der „Gummi- und Kunststoffwaren“ von rund 3.550 MWh ermitteln.

[173] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

[174] Vgl. Fraunhofer 2012a

7.30.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Betriebe zur Herstellung von Platten, Folien usw. aus Kunststoffen sollte für alle Betriebe, die zum NACE 4-Steller C 22.21 zählen, zugänglich und passend sein.

In der Kunststoffindustrie gibt es große Unterschiede zwischen den Betrieben hinsichtlich Produktspektrum, Fertigungstiefe und Prozessen. Daher ist eine Differenzierung beim Kennzahlenvergleich mit anderen Betrieben erforderlich. Diese kann nach den angewendeten Prozessen und / oder nach den Produkten erfolgen.

7.30.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen.

7.30.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien

7.30.3.1 Bayrische Landesamt für Umweltschutz

Das Bayrische Landesamt für Umweltschutz hat zur Unterstützung der Selbstverpflichtungserklärung der deutschen Industrie zur Senkung der spezifischen CO_2-Emissionen und des spezifischen Energieverbrauchs ein Projekt zur “Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung“ initiiert.

In einer Studie, die vom Bayrischen Landesamt für Umweltschutz für Kunststoffverarbeitende Betriebe in Auftrag gegeben wurde, wurden am Beispiel eines untersuchten Betriebes Energieeinsparpotenziale aufgezeigt und branchenspezifische Energiekennzahlen angegeben. Für den im Detail untersuchten Betrieb wurden Energiekennzahlen ermittelt, die den Brennstoffbezug und Strombezug pro Produktionsmenge anzeigen. Zusätzlich wurden auch produktspezifische Kennzahlen ermittelt.

Energiebezugsdaten des untersuchten Betriebes:

- Brennstoffbezug Hu absolut: 7.028 MWh/a
- Brennstoffbezug pro Produktionsmenge: 0,23 MWh/t
- Strombezug absolut: 24.913 MWh/a
- Strombezug pro Produktionsmenge: 0,78 MWh/t
- Gesamte Produktionsmenge: 31.871 t/a

Auf Produktgruppen bezogene Kennzahlen wurden ebenfalls erhoben:

Produktgruppe	Material	Spezifischer Strom-verbrauch in kWh / kg
Elektrorohr	PE	0,348
Dränrohr	PVC	0,178
Heizungsrohr	PE-Xa	0,474
Verbundrohr	PE	0,335
Spritzguss	PVC-U	0,823

Tab. 52: Energiekennzahl eines Kunststoffindustriebetriebs; Bayrisches Landesamt für Umweltschutz

Quelle: Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2002

7.30.3.2 RECIPE

RECIPE ist ein Projekt, das von der EU im Rahmen des Programms "Intelligent Energy for Europe" finanziert wurde. Im RECIPE Project wurden Unterlagen erarbeitet, um die kunststoffverarbeitende Industrie mit den nötigen Informationen und Werkzeugen zur Erhöhung der Energieeffizienz zu versorgen. Datenblätter, Vergleichswerkzeuge, Fallstudien und Leitfäden für Energieeinsparung stehen zur Verfügung. Außerdem wurden spezifische Energieverbräuche nach den Kernprozessen der Kunststoffverarbeitung erhoben.

Prozess	Spezifischer Energieverbrauch in kWh / kg
Compoundierung	0,631
Fasern und Monofilamente	0,850
Folienextrusion	1,346
Rohr/Profil Extrusion	1,506
Spritzgießen	3,118
Pressen/Transfer; Formpressen	3,168
Rotationsformen	5,828
Vakuum & Thermoformen	6,179
Mittelwert	**2,828**

Tab. 53: Beispielhafte Energiekennzahl eines Kunststoffindustriebetriebs; nach RECIPE

Quelle: RECIPE 2007

7.30.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Da in der Kunststoffindustrie besonders große Unterschiede zwischen den Betrieben hinsichtlich Produktspektrum, Fertigungstiefe und Prozessen bestehen, ist bei der Ermittlung von EPI besondere Sorgfalt geboten.

Die im RECIPE erhobenen Kennzahlen pro Verarbeitungsverfahren (Prozess) bieten aussagekräftige Kennzahlen. Die Ermittlung dieser Kennzahlen ist relativ aufwändig, jedoch kann dazu auf den bestehen Fragebogen des RECIPE Projektes zurückgegriffen werden.

- Energieverbrauch / kg Produkt unterteilt in einzelne Verarbeitungsverfahren
- Energieverbrauch / kg Produkt unterteilt in einzelne Produktgruppen

7.30.5 Besonderheiten bei der Datenabfrage

Im RECIPE Projekt wurde ein umfangreicher Datenerhebungsbogen erstellt, den alle teilnehmenden Betriebe ausgefüllt haben. Folgende Details wurden erhoben:

Wesentliche Endverbrauchermärkte

Was sind Ihre wesentlichen Endverbrauchermärkte? Bis zu drei Nennungen sind möglich:

- Automotive/Transport
- Konstruktion/Bau
- Verpackung
- Elektrik/Elektronik
- Medizintechnik
- Haushaltswaren
- Land-/Forstwirtschaft
- Compoundierung
- Spiel/Sport/Freizeit

Wie viele Kunststoffverarbeitungsanlagen betreiben Sie in den verschiedenen Kategorien?

Spritzgießen (Zuhaltekraft)	25–150 Tonnen	151–999 Tonnen	1000+ Tonnen
Anzahl der Maschinen			

Sind diese mehrheitlich - Elektrisch ☐ Hydraulisch ☐ Mixed ☐

Blasformen (Bauteil Volumen)	<1 Liter	1 – 5 Liter	6+ Liter
Anzahl der Maschinen			

Rotationsformen (Bauteilgewicht)	<20 kg	21 – 100 kg	101 + kg
Anzahl der Maschinen			

Folienextrusion (Extruder Größe)	Labor Maßstab	Produktion zeitweise	Produktion kontinuierlich
Anzahl der Maschinen			

Rohr/Profil Extrusion (Output)	<20 kg/h	21 – 100 kg/h	101+ kg/h
Anzahl der Maschinen			

Compoundierung (Output)	Einfach Schnecke	Doppelschnecke <500 kg/h	Doppelschnecke 501+ kg/h
Anzahl der Maschinen			

Fasern & Monofilamente (Extruder Größe)	Labor Maßstab	Produktion zeitweise	Produktion kontinuierlich
Anzahl der Maschinen			

Vakuum & Thermoformen (Plattengröße)	< 2000mm x 1000mm	> 2000mm x 1000mm	Roll Stock
Anzahl der Maschinen			

Pressen/Transfer Moulding (Presskraft)	10– 50 Tonnen	51–200 Tonnen	201+ Tonnen
Anzahl der Maschinen			

2.4 Bitte nennen Sie uns das Alter der Anlagen. Bitte schätzen Sie den prozentualen Anteil der Anlagen die in die entsprechend Kategorie fallen.

Alter < 3 Jahre	3-10 Jahre	10-20 Jahre	>20 Jahre
%	%	%	%

2.5 Welche anderen Verarbeitungsprozesse führen sie noch am Standort durch

(bitte alle Zutreffenden ankreuzen):

Pulltrusion ☐ Kalandrieren ☐ Verbundwerkstoffbearbeitung ☐ Fügen/Montieren ☐

Recycling ☐ Reaktive Verfahren ☐ Schäumen ☐ Lackieren/Finishing ☐

Andere ☐ Wenn andere, bitte angeben:

2.6 Welche Kunststoffe verarbeiten Sie hauptsächlich am Standort?

(Bitte maximal 2 ankreuzen.)

PVC ☐ Andere Standard Thermoplaste ☐ Technische Thermoplaste ☐ Hochleistungswerkstoffe, Spezialkunststoffe ☐

Polyurethane ☐ Duroplaste/Harze ☐ Recyclingkunststoffe (ohne Prozessschleifen) ☐

2.7 Wie groß ist die durchschnittlich verarbeitete Jahresmenge Kunststoffe an diesem Standort (in Tonnen pro Jahr)?

(Bitte hier möglichst eine abgesicherte, genaue Zahl angeben)

2.8 Wie viel Stunden am Tag und in der Woche wird bei Ihnen produziert?

Bitte kreuzen Sie die am meisten zutreffende Möglichkeit an.

Einschichtbetrieb – 5 Tagewoche ☐ Einschichtbetrieb – 7 Tagewoche ☐

Zweischichtbetrieb – 5 Tagewoche ☐ Zweischichtbetrieb – 5 Tagewoche ☐

24 h – 5 Tagewoche ☐ 24 h – 7 Tagewoche ☐

2.9 Wie groß ist der prozentuale Anteil der Laufzeit der Maschinen an der Gesamtarbeitszeit aus Frage 2.8?

%

3 Bitte machen Sie hier Angaben zum Energieverbrauch

Bitte beachten Sie, dass wir nur an Verbrauchsdaten für die Kunststoffverarbeitung am Standort interessiert sind. Beantworten Sie die Fragen deshalb sorgfältig.

3.1 Wie groß war der Energieverbrauch am Standort in der Kunststoffverarbeitung im Zeitraum wie in Frage 2.7 bis 2.9?

Strom (kWh)	
Gas (kWh)	
Oil (Liter)	
Flüssiggas (kg)	

3.2 Aufbauend auf Ihre Antworten aus 3.1; wie hoch schätzen Sie die jährlichen Energiekosten für den gesamten Standort (In Euro)?

	€

3.3 Wenn relevant, bitte den prozentualen Anteil des Energieverbrauchs angeben, der nicht der Kunststoffverarbeitung zugerechnet werden kann. Bitte nennen Sie auch kurz diese Aktivität.

☐ % ☐

3.4 Produzieren Sie Ihren eigenen Strom am Standort?

Ja, allen ☐ Etwas ☐ Nein ☐

3.5 Beziehen Sie Ihren Strom von einem lokalen Anbieter/Stromerzeuger/Kraftwerk?

Ja, allen ☐ Etwas ☐ Nein ☐

3.6 Verwerten Sie Energie mehrfach zum Beispiel Abwärme zur Heizung von Gebäuden?

Ja, alle ☐ Etwas ☐ Nein ☐

4 Bitte beantworten Sie uns schließlich noch Fragen zum Energiemanagment und zu Ihrer Haltung zur Energieeinsparung

4.1 Beschäftigen Sie hauptamtlich/Vollzeit einen Energiemanager?

JA ☐ NEIN ☐

4.2 Ist Energiemanagment in einem Verantwortungsbereich einer Führungskraft in Ihrer Firma verankert?

JA ☐ NEIN ☐

4.3 Hält sich Ihre Firma am Standort an festgelegte, dokumentierte Energiemanagment vorgaben?

JA ☐ NEIN ☐

4.4 Hat Ihre Firma eine ISO 14000 Zertifizierung?

JA ☐ NEIN ☐

4.5 Hat Ihre Firma eine EMAS Registrierung?

JA ☐ NEIN ☐

4.6 Hatten Sie in den letzten 5 Jahren ein Energieaudit an diesem Standort?

JA ☐ NEIN ☐

4.7 Haben Sie in den letzten 5 Jahren den Service eines Energieberaters in Anspruch genommen?

JA ☐ NEIN ☐

4.8 Zeichnen Sie den Energieverbrauch einzelner Maschinen oder Fertigungszellen auf und kontrollieren Sie diese?

JA ☐ NEIN ☐

4.9 Welche der beiden Aussagen bezüglich der Energiekostenumlegung treffen am genauesten auf Ihre Firma zu?

Die Energiekosten werden als fixe Overheadkosten berechnet.	☐
Die Energiekosten werden den Verfahren und Maschinen zugeordnet.	☐

4.10 Welche der Aussagen bezüglich steigender Energiekosten trifft am ehesten auf Ihre Firma zu? (Bitte nur eine Aussage ankreuzen.)

Die Energiekosten beeinträchtigen nicht die Wettbewerbsfähigkeit unserer Produkte.	☐
Die steigenden Energiekosten beeinträchtigen beträchtlich das Geschäft.	☐
Die steigenden Energiekosten zerstören die wirtschaftliche Existenz unserer Firma.	☐

4.11 Welche der Aussagen bezüglich des Kyoto-Protokolls und der Verpflichtung zur Reduzierung der CO2-Emissionen trifft auf Ihre Firma zu? (Bitte nur eine Aussage ankreuzen.)

Dies liegt in dem Verantwortungsbereich von Regierungen die zum Beispiel die nachhaltige Energiegewinnung fördern können.	☐
Wir werden die Reduktionsmaßnahmen unterstützen, wo wir klare Vorteile für unser Unternehmen sehen.	☐
Alle Firmen und Organisationen sind verantwortlich für die Reduzierung der CO2-Emissionen und sollten die Möglichkeiten zur Einsparung nach ihren Möglichkeiten nutzen.	☐

Abb. 31: Fragebogen im RECIPE-Projekt

Quelle: RECIPE 2007

7.31 Benchmarking in der Branche: Glasindustrie –Flachglas

Flachglas ist zu Scheiben geformtes Glas, das z. B. als Fensterglas, aber auch als Vorprodukt für Spiegel- und Automobilglas Verwendung findet. Die Glassorte von Gebäudefenstern ist meist Kalk-Natron-Glas. Flachglas wird im Bauwesen vielfältig eingesetzt.

In Deutschland zählen 335 Betriebe zur Branche „Herstellung von Glas- und Glaswaren[175] nach NACE C 23.1“. In diesem Bereich arbeiten rund 54.000 Personen. In der Untergruppe 23.13 „Herstellung von Hohlglas“ sind in 45 Betrieben rund 13.500 Personen beschäftigt. In der Untergruppe 23.11 „Herstellung von Flachglas“ gibt es 15 Betriebe mit rund 5.000 Beschäftigten.

Der Endenergieverbrauch für die „Glas und Keramik“ betrug 2010 in Deutschland 19,6 TWh[176]. Damit ergibt sich für die 569 Betriebe die zu „Glas und Keramik“ zählen, ein durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch von rund 34.000 MWh.

7.31.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Flachglaserzeuger sollte für alle Betriebe, die zum NACE 4-Steller C 23.11 zählen, zugänglich und passend sein.

7.31.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen.

7.31.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (Energy Star)

Der ENERGY STAR®-EPI für Produktionsanlagen zur Herstellung von Flachglas ermöglicht Betrieben einen Vergleich der eigenen Energieleistung mit ähnlichen in den Vereinigten Staaten angesiedelten Anlagen. Das Excel-Tool wurde im Rahmen des freiwilligen ENERGY STAR-Programms der US-Umweltbehörde EPA entwickelt und ermöglicht Benchmarking. Benchmarking ist eine wesentliche Komponente des ENERGY STAR-Leitfadens für Energiemanagement (www.energystar.gov).

Der EPI für Produktionsanlagen von Flachglas basiert auf Branchendaten, die vom statistischen Bundesamt der USA erhoben wurden. Das Tool wurde von Unternehmen im Rahmen ihrer Teilnahme am ENERGY STAR-Branchenfokus getestet und validiert. Die Anwendung ermöglicht eine Bewertung der Energieeffizienz auf einer Skala von 1 bis 100, wobei 100 das höchste Leistungsniveau widerspiegelt, und erlaubt eine Einschätzung des Betriebs im Vergleich zu anderen Anlagen. Produktionsanlagen mit einem Wert von 75 oder mehr kommen als Anerkennung ihrer besonderen Leistung für eine ENERGY STAR-Zertifizierung durch die US-Umweltbehörde in Frage.

[175] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

[176] Vgl. Fraunhofer 2012a

Das Tool berechnet anhand der eingegebenen Daten eine “durchschnittliche Anlage” und eine “effiziente Anlage”.

Der EPI wird als “gesamte eingesetzte Primärenergie pro amerikanischer Tonne eingesetzter Quarzsand” angegeben. Zur Ermittlung des EPI müssen neben dem Energieverbrauch lediglich Angaben zum Materialinput gegeben werden:

- gesamter eingesetzter Quarzsand in amerikanischen Tonnen

Aufgrund fehlender realistischer Materialinput- und Produktionswerte kann hier kein Beispiel eines berechneten EPIs angegeben werden. Bei Angabe realistischer Zahlen ist jedoch die Berechnung äußerst einfach und rasch durchführbar.[177]

7.31.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Die Branchenuntersuchung des Statistischen Bundesamtes der USA und der Praxistest mit Glaserzeugungsbetrieben haben ergeben, dass der für die Branche Flachglaserzeuger geeignete Energy Performance Indicator der “Primärenergieeinsatz pro eingesetztem Rohmaterial” ist.

Eigene Überprüfungen der Aussagekraft von EPIs, welche die produzierten Mengen in Relation zum Energieeinsatz setzen, könnten trotzdem durchgeführt werden.

7.31.5 Besonderheiten bei der Datenabfrage

Rohmaterialeinsatz

Der gesamte Quarzsand in amerikanischen Tonnen, der für die Produktion in der Anlage eingesetzt wurde.

Produktionsmenge

Die Produktionsmenge wird im Energy Star Tool nicht erhoben. Sollte eine Erhebung der Produktionsmengen nötig sein, so kann neben der Gesamtproduktion auch eine Unterteilung nach PRODCOM vorgenommen werden.

Prodcom für C 23.11 Herstellung von Flachglas:

- 23.11.11 Gegossenes, gewalztes, gezogenes oder geblasenes Glas in Platten, Tafeln oder Profilen, auch mit absorbierender oder reflektierender Schicht, jedoch nicht anders bearbeitet
- 23.11.12 Feuerpoliertes Glas (float-glass), geschliffenes oder poliertes Glas, in Platten oder Tafeln, auch mit absorbierender oder reflektierender Schicht, jedoch nicht anders bearbeitet

[177] Vgl. Energy Star 2011d

7.32 Benchmarking in der Branche: Glasindustrie –Hohlglas

Als Hohlglas bezeichnet man Glasbehälter, die durch ihre Form befüllt werden können. Sie grenzen sich dadurch von allen anderen Glasarten ab. Produkte aus Hohlglas sind im täglichen Leben allgegenwärtig. Sie sind Verbrauchsgüter (Getränkeflaschen oder Konservengläser) oder Gebrauchsgegenstände (z. B. Trinkgläser oder Glasleuchten).

Der überwiegende Teil von Hohlglas wird aus Kalknatronglas gefertigt. Ausnahmen bilden Kristallglas und Bleikristall und eine Anzahl verschiedener Gläser für besondere Zwecke.

In Deutschland zählen 335 Betriebe zur Branche „Herstellung von Glas- und Glaswaren[178] nach NACE C 23.1". In diesem Bereich arbeiten rund 54.000 Personen. In der Untergruppe 23.13 „Herstellung von Hohlglas" sind in 45 Betrieben rund 13.500 Personen beschäftigt. In der Untergruppe 23.11 „Herstellung von Flachglas" gibt es 15 Betriebe mit rund 5.000 Beschäftigten.

Der Endenergieverbrauch für die „Glas und Keramik" betrug 2010 in Deutschland 19,6 TWh[179]. Damit ergibt sich für die 569 Betrieben die zu „Glas und Keramik" zählen ein durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch von rund 34.000 MWh.

7.32.1 Benchmarking-Zielgruppe und Benchmarking-Beteiligte

Ein Benchmarkingsystem für Hohlglaserzeuger sollte für alle Betriebe, die zum NACE 4-Steller C 23.13 zählen, zugänglich und passend sein.

7.32.2 Benchmarking-Grenze

Die Benchmarking-Grenze sollte den gesamten Produktionsprozess umfassen.

7.32.3 Energiekennzahlen aus vorhandenen Studien (Energy Star)

Der ENERGY STAR®-EPI für Produktionsanlagen zur Herstellung von Hohlglas ermöglicht Betrieben einen Vergleich der eigenen Energieleistung mit ähnlichen in den Vereinigten Staaten angesiedelten Anlagen.

Das Excel-Tool wurde im Rahmen des freiwilligen ENERGY STAR-Programms der US-Umweltbehörde EPA entwickelt und ermöglicht Benchmarking. Benchmarking ist eine wesentliche Komponente des ENERGY STAR-Leitfadens für Energiemanagement (www.energystar.gov).

Der EPI für Produktionsanlagen von Hohlglas basiert auf Branchendaten, die vom statistischen Bundesamt der USA erhoben wurden. Das Tool wurde von Unternehmen im Rahmen ihrer Teilnahme am ENERGY STAR-Branchenfokus getestet und validiert.

[178] Vgl. Statistisches Bundesamt 2012b

[179] Vgl. Fraunhofer 2012a

Die Anwendung ermöglicht eine Bewertung der Energieeffizienz auf einer Skala von 1 bis 100, wobei 100 das höchste Leistungsniveau widerspiegelt, und erlaubt eine Einschätzung des Betriebs im Vergleich zu anderen Anlagen.

Produktionsanlagen mit einem Wert von 75 oder mehr kommen als Anerkennung ihrer besonderen Leistung für eine ENERGY STAR-Zertifizierung durch die US-Umweltbehörde in Frage.

Das Tool berechnet anhand der eingegebenen Daten eine "durchschnittliche Anlage" und eine "effiziente Anlage".

Der EPI wird als "gesamte eingesetzte Primärenergie pro 1.000 $ Produktionswert" angegeben. Zur Ermittlung des EPI müssen neben dem Energieverbrauch auch Angaben zum Materialinput und zum Produktionswert gegeben werden:

- gesamtes eingesetztes Bruchglas in amerikanischen Tonnen
- gesamter eingesetzter Quarzsand in amerikanischen Tonnen
- Produktionswert in 1.000 $

Aufgrund fehlender realistischer Materialinput- und Produktionswerte kann hier kein Beispiel eines berechneten EPIs angegeben werden. Bei Angabe realistischer Zahlen ist jedoch die Berechnung äußerst einfach und rasch durchführbar.[180]

7.32.4 Empfehlung geeigneter Energy Performance Indicators

Die Branchenuntersuchung des Statistischen Bundesamtes der USA und der Praxistest mit Glaserzeugungsbetrieben haben ergeben, dass der für die Branche Hohlglaserzeuger geeignete Energy Performance Indicator der "Primärenergieeinsatz pro Produktionswert" ist.

Eigene Überprüfungen der Aussagekraft von EPIs, welche die produzierten Mengen in Relation zum Energieeinsatz setzen, könnten trotzdem durchgeführt werden.

7.32.5 Besonderheiten bei der Datenabfrage

Im Energy Star EPI Tool sind folgende Definitionen zur Datenabfrage zu finden:

Produktionswert

Der gesamte Wert der Produktion (1.000 $, deflationiert auf Basis 2002) von Hohlglas (NAICS 327213), produziert in der Anlage.

[180] Vgl. Energy Star 2011e

Rohmaterialeinsatz

Der gesamte Quarzsand in amerikanischen Tonnen, der für die Produktion in der Anlage eingesetzt wurde.

Das gesamte Bruchglas in amerikanischen Tonnen, (Recyclingglas oder anderes gekauftes Bruchglas) das für die Produktion in der Anlage eingesetzt wurde. Ausgenommen ist hier eigenerzeugtes Bruchglas.

Produktionsmenge

Die Produktionsmenge wird im Energy Star Tool nicht erhoben. Sollte eine Erhebung der Produktionsmengen nötig sein, so kann neben der Gesamtproduktion auch eine Unterteilung nach PRODCOM vorgenommen werden.

Prodcom für C 23.13 Herstellung von Hohlglas:

- 23.13.11 Haushaltskonservengläser; Behältnisse zu Transport- oder Verpackungszwecken, aus Glas (ohne Ampullen)
- 23.13.12 Trinkgläser aus Bleikristall und aus anderem Glas
- 23.13.13 Glaswaren zur Verwendung bei Tisch, in der Küche, bei der Toilette, im Büro, zur Innenausstattung oder zu ähnlichen Zwecken (ohne Trinkgläser oder Glasperlen)
- 23.13.14 Glaskolben für Vakuum-Isolierflaschen oder für andere Vakuum-Isolierbehälter
-

7.33 Fazit: Benchmarking gesamter Produktionsprozesse

Folgende Feststellungen können aus der Betrachtung der dargestellten Benchmarkings gesamter Produktionsprozesse (Unternehmensebene) in Branchen getroffen werden:

- Es konnten Hinweise zu Bezugsgrößen gegeben werden, die sich in der jeweiligen Branche eignen. Das Benchmarking sollte sicgenerell h auf das Verhältnis von Energieeinsatz zum erzeugten Nutzen beziehen.
- Eine Strukturierung der Vergleichsgruppe anhand der deutschen Wirtschaftszweige erscheint sinnvoll. Um eine bestmögliche Vergleichbarkeit sicherzustellen, sollten die jeweils feinsten Verzweigungen der Wirtschaftszweige (oder PRODCOM) als Grundlage für die Benchmarking-Grenzen bzgl. der Ausgabeeinheiten (Endprodukte) gewählt werden.
- Um den tatsächlichen Produktionsprozess abzubilden, sollte darüber hinaus die Vergleichbarkeit der Eingabeeinheiten (Ausgangsprodukte) durch entsprechende Definition der Benchmarking-Grenze sichergestellt werden.[181]

[181] Die Energy-Performance-Indicators der genannten Beispiele in Kapitel 5 beziehen sich meist, wie im Sinne der EN 16231, auf die Ausgabeeinheiten der Produktionsprozesse. Ob dabei die Vergleichbarkeit der Eingabeeinheiten sichergestellt wurde, konnte in der Studie nicht ermittelt werden.

- Die genannten Benchmarks stammen aus unterschiedlichen Quellen. Aus den Projektdokumentationen ist nicht in allen Fällen ersichtlich, wie die Benchmarks ermittelt wurden.
- Das Vorhandensein einer umfassenden Dokumentation der genannten Benchmarkings konnte nicht verifiziert werden. Es ist nicht direkt ersichtlich, durch wen die Daten erfasst wurden, ob sie auf Messungen beruhen, aus welchem Jahr sie stammen und wie Korrekturen vorgenommen wurden. Eine lückenlose Dokumentation ist wesentlicher Erfolgsfaktor für Benchmarking, damit die Aussagekraft der Daten eingeschätzt werden kann.
- Es ist hervorzuheben, dass bei der Entwicklung der genannten Benchmarkings noch nicht auf eine einheitliche Norm zurückgegriffen werden konnte und somit kein einheitlicher "Kodex" für die jeweiligen Koordinatoren zur Verfügung stand.

Sollen auf Basis von Benchmarking Zielvorgaben entwickelt werden, ist eine sorgsame Definition der Benchmarking-Grenzen, die Entwicklung treffender Korrekturen und eine messtechnische Erfassung des Einzelfalls Voraussetzung. Ist die geforderte Aussagekraft geringer, kann das Benchmarking ggf. über Nutzereingaben vorgenommen werden. Unterschiedliche Produktpaletten von Unternehmen auch innerhalb derselben Branche (Nebenprodukte) machen die Definition und die Sicherstellung der Einhaltung einer Benchmarking-Grenze zu einer größeren Herausforderung als bei einzelnen Prozessen in Anlagetechniken. Ein Vorteil ist, dass die Eingabeeinheiten (gesamter Energieeinsatz, Halbfertigprodukte und Rohstoffe) und Ausgabeeinheiten (Hauptprodukte, Nebenprodukte) der Benchmarking-Grenze für die Teilnehmer besser greifbar sind, was die Möglich für zu Nutzereingaben vereinfacht.

Generell sollte bei Benchmarking-Vorhaben eine nachvollziehbare Dokumentation ebenso wie die Einhaltung der EN 16231 eingefordert werden.

Die in Kapitel 4.5 formulierten Herausforderungen beim Benchmarking von Prozessen gelten im Grundsatz auch für das Benchmarking ganzer Produktionsprozesse in Unternehmen.

8 Resümee und Handlungsempfehlungen

8.1 Umfang der Untersuchungen

Die EN 16231 wurde anhand eines Vorgehensplans erläutert und bestehenden benchmarkingrelevanten Projekten gegenübergestellt. Für die einzelnen Schritte wurden Handlungsempfehlungen für Koordinatoren von Benchmarking-Systemen formuliert. Ferner wurde die Bedeutung von Benchmarking für das betriebliche Energiemanagement herausgearbeitet und auf den einheitlichen Standard IPMVP zur Bewertung von Energieeffizienzsteigerungen eingegangen. Der entwickelte Vorgehensplan wurde auf den Entwurf erster exemplarischer onlinebasierter Benchmarkingsysteme für 10 Prozesse in Querschnitts- und Branchentechniken angewendet, um ihn auf Eignung zu testen, typische Herausforderungen und Hemmnisse beim Benchmarking von Prozessen zu beschreiben und mögliche künftige Anwendungsbereiche von Benchmarking zu identifizieren. Ferner wurden für 30 Branchen aus Industrie und Dienstleistungsgewerbe Empfehlungen zur Ausgestaltung von Benchmarkingprojekten gegeben, vorhandene Benchmarks aus bestehendenen Untersuchungen gesammelt und wesentliche Anforderungen an künftige Untersuchungen formuliert. Am 24. Oktober 2012 wurde im Rahmen des Vorhabens ein Fachgespräch durchgeführt, indem die Perspektiven für Energieeffizienzbenchmarking diskutiert wurden. Die Vorträge und das Protokoll des Fachgesprächs finden sich im Anhang dieser Studie. Ferner wurde ein exemplarisches Benchmarkingsystem zur Demonstration mit 2 Prozessen in Anlagentechniken und 3 Produktionsprozessen umgesetzt (abrufbar unter: http://demo.energymanagement.at).

8.2 Entwicklung eines ersten Vorgehensplans zur EN 16231

Mit der EN 16231 wird erstmals ein einheitlicher Anforderungskatalog an Energieeffizienz-Benchmarkingsysteme gestellt, der unabhängig vom Anwendungsbereich gültig ist. Die Norm beschreibt die Voraussetzungen für eine funktionierende Organisation des Benchmarking-Vorhabens und stellt dabei die Prinzipien bei der Festlegung von Benchmarking Grenzen und bei der Entwicklung und Anwendung von Korrekturen heraus. Die organisatorischen Herausforderungen können durch die Bereitstellung angemessener Ressourcen, allen voran einer wirkungsvollen Koordinierenden Instanz, gelöst werden. Sie lenkt und verantwortet das Benchmarking Vorhaben. Die Verfügbarkeit eines kompetenten Koordinators ist Voraussetzung dafür, dass die anspruchsvollen Aufgaben bewältigt werden können. Diese können anhand des entwickelten Vorgehensplans folgendermaßen strukturiert werden:

- Festlegung der Ziele, Abläufe und Verantwortlichkeiten (vgl. Kapitel 2.1)
- Gestaltung der Benchmarking-Zielgruppe (vgl. Kapitel 2.2)
- Deutliche und genaue Definition der Benchmarking-Grenze (vgl. Kapitel 2.3)
- Entwurf des einheitlichen Energy Performance Indicators (vgl. Kapitel 2.4)
- Einsatz von Korrekturfaktoren (vgl. Kapitel 2.5)
- Sicherstellung der Vertraulichkeit der Eingabedaten (vgl. Kapitel 2.6)
- Eindeutige und verständliche Datenerhebung (vgl. Kapitel 2.7)
- Prüfung der Eingabedaten auf Plausibilität und Verlässlichkeit (vgl. Kapitel 2.8)
- Aussagekräftige Auswertung und Überprüfung der Ergebnisse (vgl. Kapitel 2.9)
- Transparente Berichterstattung (vgl. Kapitel 2.10)

Neben der koordinierenden Stelle werden je nach Komplexität des Untersuchungsbereiches Spezialisten für die zu untersuchenden Prozesse benötigt. Voraussetzung für ein funktionierendes Benchmarking, ist die Bereitstellung angemessener Ressourcen.

Es ist hervorzuheben, dass die EN 16231 keine Hinweise zum konkreten Anwendungsfall hinsichtlich einzelner Prozesse oder gesamter Produktionsprozesse bietet. Ohne das umfassende Verständnis des spezifischen Anwendungsfalls (z. B. Prozess der Druckluftererzeugung) und die entsprechenden Determinanten des Energiebedarfs ist der Aufbau eines funktionsfähigen Benchmarkingsystems nicht möglich. Die EN 16231 formuliert allgemeingültige Prinzipien und Anforderungen, die als Kodex für Koordinatoren verstanden werden können. Im Zuge der Untersuchungen ist ein Vorgehensplan entstanden, der in 10 Schritten die allgemeinen Anforderungen der EN 16231 abhandelt und Empfehlungen zur Umsetzung in der Praxis bietet. Er ist, wie die Norm selbst, branchen- und technologieübergreifend gehalten und kann eingesetzt werden, um die Abläufe im Benchmarking zu planen und zu hinterfragen.

8.3 Wesentliche Herausforderungen beim Energieeffizienz-Benchmarking

Die wesentliche Herausforderung beim Energieeffizienz-Benchmarking ist die Aufnahme einer genügend genauen und genügend großen Datenmenge, um möglichst zutreffende Aussagen zur Energieeffizienz machen zu können. Gegenstand des Benchmarking ist dabei nicht die Anlage oder das Unternehmen, sondern der darin ausgeführte Prozess bis hin zum gesamten Produktionsprozess. Eine formale Technologiebeschränkung sollte vermieden werden, um den Zugang für neue technologische Ansätze offenzuhalten, die dasselbe Prozessergebnis energieeffizienter erstellen. Die Bewertung der Energieeffizienz erfolgt durch die Betrachtung des Abstands der verglichenen Prozesse zur definierten Benchmark. Die Benchmark drückt i.d.R. die beste erreichbare Energieeffizienz aus, mit der z. B. ein Produkt hergestellt werden kann. Sie wird entweder im Rahmen der Untersuchung selbst ermittelt oder auf Basis von Referenzwerten festgelegt.

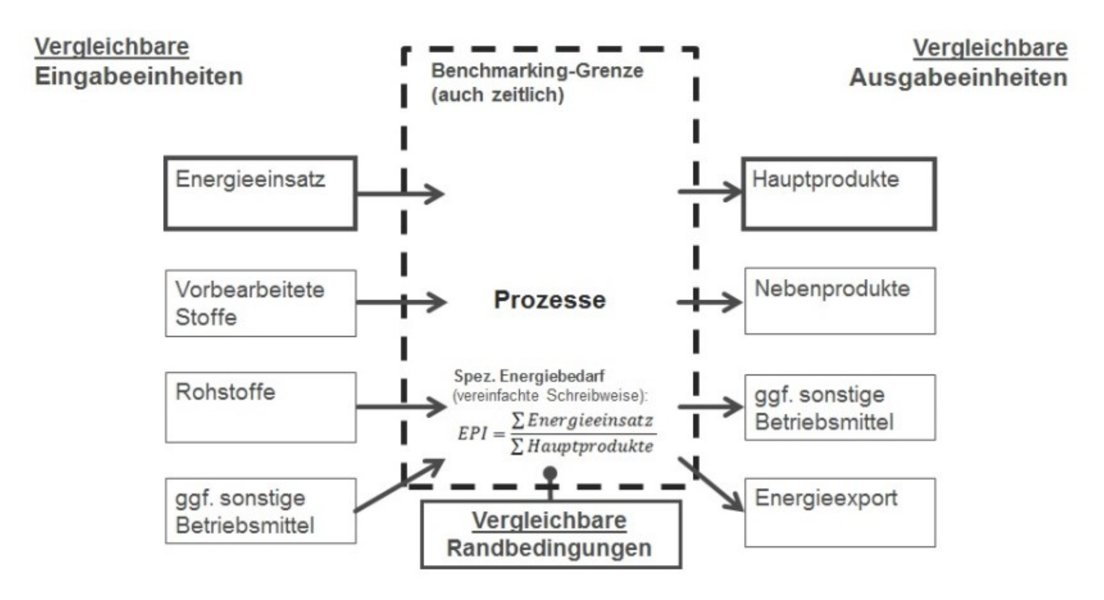


Abb. 32: Benchmarking-Grenzen mit Eingabe,- Ausgabeeinheiten und Randbedingungen

Quelle: eigene Darstellung (adelphi)

Beim Benchmarking ist zu beachten, dass nur Prozesse verglichen werden sollen, die vergleichbare Eingabeeinheiten, Ausgabeeinheiten sowie Randbedingungen untereinander und mit der definierten Benchmark (sofern nicht im Rahmen des Benchmarking ermittelt) aufweisen. Beim aussagekräftigen Benchmarking von Produktionsprozessen ist z. B. eine vergleichbare Bearbeitungstiefe wichtig. Sie ist dann vergleichbar, wenn sie zwischen den am Benchmarking beteiligten Prozessen übereinstimmt, oder wenn die einzelnen Abweichungen genau nachvollzogen und rechnerisch korrigiert werden können. Insbesondere für die Definition einer Benchmark ist eine möglichst genaue Datenerfassung wichtig, weil sie den zentralen Orientierungswert beim Benchmarking darstellt. Energieeffizienz-Benchmarking kann dann sehr genaue Einschätzungen zur Energieeffizienz liefern und seine Breitenwirkung entfalten, wenn es auf eine große Anzahl an beteiligten Prozessen aufbauen kann, die in ihren Eingabe-, Ausgabeeinheiten und Randbedingungen möglichst genau übereinstimmen. Die Datenaufnahme erfolgt im Idealfall anhand der genauen Messung vor Ort. Der Aufwand der Datenaufnahme wächst mit dem Bedarf an Korrekturen, die zur Herstellung der Vergleichbarkeit in einem Benchmarking-Vorhaben benötigt werden.

8.3.1 Onlinebasiertes Benchmarking einzelner Prozesse in Anlagen

Die Untersuchungen zum Benchmarking einzelner Prozesse bzgl. Anlagentechniken haben ergeben, dass die Verwendung von Nutzereingaben nicht praktikabel ist, wenn die Anforderungen der EN 16231 eingehalten werden sollen. Den Nutzern stehen zahlreiche benötigte Informationen ohne Messung nicht zur Verfügung. Die exemplarische Entwicklung der Benchmarkingsysteme für Prozesse in einzelnen Anlagentechniken hat gezeigt, dass die Ergebnisse zu ungenau werden, wenn das Benchmarking Abstriche hinsichtlich der Qualität macht und an die beim Nutzer verfügbaren Daten ausgerichtet wird. Sollen darüber hinaus die Energieeffizienzklassen aus Ökodesign als Benchmark genutzt werden, sind die Abweichungen der einheitlichen Messbedingungen und Systemgrenzen bei Ökodesign vom praktischen Anwendungsfall genau nachzuvollziehen, damit sie verlässlich korrigiert werden können. Die dafür benötigten Daten sind ohne Messung nicht sinnvoll zu ermitteln.

Eine Voraussetzung für breit angelegtes, aussagekräftiges Benchmarking einzelner Prozesse und Prozessketten ist die Verfügbarkeit automatisierter Messtechnik zur Erfassung aller Eingabe- und Ausgabeeinheiten der definierten Benchmarking-Grenze. Dadurch kann die Verwendung verallgemeinerter Richtwerte, die die Aussagekraft beeinträchtigen, vermieden werden. Ferner kann durch automatisierte Messung die Problematik der umständlichen und ungenauen manuellen Nutzereingaben gelöst werden.[182] Die benötigten Technologien sind teilweise zwar preiswert verfügbar (z. B. Wärmemengenzähler mit Datenübertragung per Funk), jedoch kaum in der Praxis verbreitet. Bevor Benchmarking einzelner Prozesse nach den Anforderungen der EN 16231 breit eingesetzt werden kann, müssen zunächst die notwendigen Messsysteme bei den Nutzern vorhanden sein. Benchmarking profitiert von dem großen gemeinsamen Nutzen, der durch permanent installierte Messtechnik für die Anlagenbetreiber entsteht. An erster Stelle ist hier die Möglichkeit zum Condition Monitoring zu nennen, das Defekte bei der Anlagentechnik besser voraussehbar macht und somit die Wahrscheinlichkeit des Produktionsausfalls verringert. Ferner kann permanent installierte

[182] **Die besondere Problematik der Datenerfassung und der Anwendung von Korrekturen sind ausführlich in Kapitel 6.5 beschrieben. Sie sind die Grundlage für diese Einschätzung**

Messtechnik zum Energiecontrolling, als Datenbasis zur Regelung technischer Anlagen am Bedarf oder im Rahmen des Demand Side Management eingesetzt werden. Wird der gesamte Nutzen der permanenten Installation von Messtechnik gemeinsam betrachtet, überwiegt er perspektivisch den damit verbundenen Aufwand. Wenn die Voraussetzungen für die Fern-Messung aller benötigten Daten gegeben sind, lassen sich aussagekräftige, onlinebasierte Benchmarkingsysteme für Prozesse mit angemessenem Aufwand gut umsetzen und zielgenau Energieeffizienzpotentiale aufzeigen. Im Bereich der Raumwärmeerzeugung ist ein solches System schon heute sehr gut realisierbar.

8.3.2 Onlinebasiertes Benchmarking gesamter Produktionsprozesse in Unternehmen

Onlinebasierte Benchmarkingsysteme für die gesamte Produktherstellung wurden in der Vergangenheit bereits in vielfacher Ausprägung aufgebaut. Sämtliche Benchmarkingprojekte, die in Kapitel 2 zur Veranschaulichung der EN 16231 genutzt wurden, haben den gesamten Produktionsprozess zum Gegenstand. Wichtig ist, dass die beteiligten Produktionsprozesse in ihren Benchmarking-Grenzen hinreichend genau übereinstimmen. Wenn im Zuge des Benchmarking eine Benchmark als Vergleichsgröße angeboten wird, sollte sie auf Basis verlässlicher Untersuchungen durch Experten entwickelt werden. [183]

Der Vorteil gegenüber dem Benchmarking einzelner Prozesse in Anlagen ist die bessere Greifbarkeit der Daten für den Nutzer, die zur Bildung der Vergleichskennzahl (Energy Performance Indicator) benötigt werden. Organisationen können Informationen zu ihrem gesamten Energiebedarf sowie zur Anzahl der hergestellten Produkte bzw. Dienstleistungen ohne großen Aufwand bereitstellen. Wichtig ist dabei die Berücksichtigung der Eingabeeinheiten, um eine vergleichbare Produktionstiefe sicherzustellen. Einfache Benchmarking-Systeme, die eine erste Selbsteinschätzung und Motivation bieten, können ggf. auf Basis von Nutzereingaben umgesetzt werden. Die Verantwortung, eigene Daten im Rahmen des Benchmarking exakt einzugeben, liegt dann beim Nutzer. Die Datenerfassung im Benchmarking wird deutlich aufwändiger, wenn damit die Überprüfung der Einhaltung von Zielvorgaben einhergeht oder aus anderen Gründen exakte Aussagen notwendig werden. Einerseits muss in solchen Fällen Opportunismus ausgeschlossen werden, andererseits werden exakte Korrekturen zur Harmonisierung der Daten notwendig (z. B. hinsichtlich Produktionstiefe, hergestellter Nebenprodukte oder verfälschender Randbedingungen). In diesen Fällen müssen Daten, die für den Nutzer schlecht oder nicht greifbar sind, messtechnisch erfasst werden.

Die Potentiale, die aus den besseren Möglichkeiten zur Fernauslesung benötigter Daten für das onlinebasierte Benchmarking einzelner Prozesse in Anlagen entstehen, gelten ebenso für das Benchmarking gesamter Produktionsprozesse. Wenn einzelne Prozesse in ihren Eingabe-, Ausgabeeinheiten sowie den Randbedingungen genau erfasst werden können, lassen sich auch ihre Konfigurationen bis hin zum gesamten Produktionsprozess genau betrachten. Bei vollständig automatisierter Erfassung aller benötigten Daten erhält der Nutzer sowohl verlässliche Einschätzungen zur Energieeffizienz des gesamten Produktionsprozesses, als auch der Energieeffizienz der daran beteiligten einzelnen Prozesse in der Anlagentechnik.

[183] Für die Entwicklung einer einzelnen, neuen, produktbezogenen Benchmark, wie sie im Rahmen der Zuteilung kostenfreier Emissionshandelszertifikate im EU ETS benötigt wird, ging die Task Force des Centre for European Policy Studies (CEPS) im Jahr 2010 von Beratungskosten in Höhe von 100.000 Euro aus. Die Kosten zur Entwicklung einer Benchmark seien niedriger, wenn verlässliches, geeignetes Datenmaterial schon zur Verfügung steht. Vgl. CEPS 2010: 14

Generell wird empfohlen, Energieeffizienzbenchmarking mit der Datenerhebung in (im idealfall regelmäßigen) Energieaudits zu verzahnen. Dadurch profitiert die Datengenauigkeit, im Falle wiederkehrender Audits wird außerdem einem Veralten der ermittelten Benchmarks vorgebeugt.

8.4 Handlungsempfehlungen unter Einbeziehung der EU-Energieeffizienzrichtlinie (EU-EnEff-RL 2012)

Aus den Ergebnissen der Studie werden im Folgenden einige Handlungsempfehlungen für die sinnvolle Verbreitung von Energieeffizienz-Benchmarkingsystemen nach EN 16231 abgeleitet. Für einen ganzheitlichen Blick ist neben den Ergebnissen der Studie die Berücksichtigung aktueller politischer Entwicklungen notwendig. Neben den Ergebnissen der Studie wird daher auf die Anforderungen der EU-Energieeffizienzrichtlinie vom 25.10.2012 Bezug genommen. Die Richtlinie hat Implikationen für Energieeffizienz-Benchmarking und ist am 4. Dezember 2012 in Kraft getreten. Sie löst die bisherige EU-Energiedienstleistungsrichtlinie und die Richtlinie zur Kraft-Wärme-Kopplung ab. Die EU-Energieeffizienzrichtlinie soll sicherstellen, dass das übergeordnete Energieeffizienzziel der Europäischen Union von 20 % bis 2020 erreicht wird und weitere Energieeffizienzverbesserungen für die Zeit danach vorbereiten. Nach Inkrafttreten der EU-Energieeffizienzrichtlinie bleiben den Mitgliedstaaten 18 Monate Zeit für die nationale Umsetzung (Juni 2014).

8.4.1 Aussagekräftige Benchmarking-Systeme in Industrie und Dienstleistungsgewerbe durch sinnvolle Verzahnung mit Energieaudits

Die regelmäßige Möglichkeit zum gegenseitigen Vergleich erleichtert es Unternehmen, vorhandene Potentiale zur Kosteneinsparung und ihre relative Energieeffizienz im Vergleich zu ihren Wettbewerbern abzuschätzen. Wenn die Aussagen genügend realistisch sind, erhält ferner die Politik die Möglichkeit, Energieeffizienzverbesserungen der Wirtschaft anhand des produktbezogenen, spezifischen Energieverbrauchs der Unternehmen zu beurteilen. Derzeit erfolgt die Bewertung auf Basis der Energieproduktivität, also der Wertschöpfung in Euro im Verhältnis zum Energieeinsatz. Voraussetzung für realistisches und glaubwürdiges Energieeffizienz-Benchmarking von Produktions- bzw. Dienstleistungserstellungsprozessen ist eine möglichst genaue Datenabfrage, die Einhaltung sinnvoller Benchmarking-Grenzen, treffende Korrekturen und eine transparente Berichterstattung. Bestehende onlinebasierte Benchmarkingsysteme für Unternehmen bauen in der Datenabfrage typischerweise auf Nutzereingaben auf, belastbare messtechnische Untersuchungen durch Experten sind allenfalls dem jeweils definierten Bestwert (der Benchmark) zugrunde gelegt. Bei den Nutzereingaben kann kaum kontrolliert werden, ob sie auf Schätzungen, auf Daten aus Abrechnungen oder auf Messergebnisse aufbauen. Ferner wird als Benchmarking-Grenze häufig die grobe Branchenzugehörigkeit herangezogen, ohne Unterschiede bei den produzierten Gütern und der Fertigungstiefe zu beachten. Darüber hinaus ist nur in Ausnahmefällen nachvollziehbar und transparent dokumentiert, welche Rechenwege dem Benchmarking zugrunde liegen. In ihrer Aussagekraft sind derartige onlinebasierte Benchmarking-Systeme auf eine erste grobe Einschätzung beschränkt. Die Aussagekraft kann deutlich verbessert werden, wenn nicht auf Nutzereingaben basiert wird, sondern die Ergebnisse von Energieaudits als Grundlage für Benchmarking genutzt werden.

Verzahnung mit Energieaudits in KMU

Das KfW Programm „Energieberatung im Mittelstand" ist ein wirkungsvolles Instrument zur Identifikation von Energieeffizienzpotentialen in KMU. Der Nutzen der Förderung von Energieberatungen in KMU könnte weiter gesteigert werden, wenn die vorgeschriebenen Berichtsmechanismen eine Weiterverarbeitung der Daten für Benchmarking gestatten würden. Eine Verwendung der Daten aus den bisherigen Energieberatungsberichten des KfW Programms ist möglich, sofern die archivierten Berichte sinnvoll digitalisiert werden können. Deutlich kosteneffizienter wäre es, Online-Berichtsformulare für Energieaudits bereittzustellen und die Daten direkt für Benchmarking zu nutzen. Eine gute Orientierung bietet die österreichische KMU-Initiative, die diesen Ansatz bereits erfolgt.

Künftig wird die Rolle von Energieaudits in KMU in Deutschland deutlich gestärkt. Der Nachweis der regelmäßigen Durchführung von Energieaudits nach EN 16247 ist zukünftig eine Voraussetzung für KMU bestimmter Branchen, auch zukünftig Vergünstigungen bei der Energiesteuer und der EEG-Umlage zu erhalten. Wenn die Berichterstattung für die regelmäßigen Energieaudits onlinebasiert erfolgt, können die darin enthaltenen Daten für den Aufbau eines onlinebasierten Energieeffizienz-Benchmarkingsystems genutzt werden. Die Verzahnung stellt eine große Chance für den kosteneffizienten Aufbau eines Energieeffizienz-Benchmarkingsystems dar, das sich aufgrund der Regelmäßigkeit der Audits zudem selbständig aktualisiert. Das Benchmarking kann dann sowohl die Entwicklung der Energieeffizienz der Branchen transparent aufzeigen, zum anderen erhalten die Unternehmen qualitativ hochwerte Referenzwerte zur Einschätzung ihrer Energieeffizienz.

Konkrete Schritte

Aufbau eines online-Berichtssystems für Energieaudits nach EN 16247, um die Ergebnisse zum kosteneffizienten Aufbau von Benchmarking-Systemen nutzen zu können.

- Inhaltlicher Vergleich der Anforderungen der EN 16247 und der Berichtsmechanismen der KfW „Energieberatung im Mittelstand" mit den Vorlagen der österreichischen KMU-Initiative z.B. im Rahmen einer kurzen Machbarkeitsstudie

- Entwicklung onlinebasierter Berichtsvorlagen für Energieberatungsberichte und des damit verknüpften Energieeffizienz-Benchmarkingsystems.

- Kontinuierliches, weitgehend automatisiertes Benchmarking für KMU auf Basis der Energieaudit-Berichte

Optional

- Berücksichtigung von Unterschieden bei den Eingabeeinheiten (Ausgangsprodukte) innerhalb desselben Wirtschaftszweiges zur Sicherstellung einer vergleichbaren Fertigungstiefe

- Sichtung der bereits vorliegenden KfW Energieberatungen und Einschätzung der Möglichkeiten zur sinnvollen Digitalisierung mit Blick auf o.g. Anforderungen

- Klärung, wie weitere Optimierungseffekte durch einfache strukturelle und organisatorische Maßnahmen erreicht werden können (dabei ggf. Einbeziehung der parallelen Forschungsarbeiten des UBA)

Verzahnung mit Energieaudits in Großunternehmen

Die EU-Energieeffizienzrichtlinie sieht verbindliche Energie-Audits für Großunternehmen vor, sie müssen alle 4 Jahre erneut ausgeführt werden.[184] Im Rahmen der Audits werden die Unternehmen detailliert untersucht. Ebenso ist eine Weiterverwendung der im Rahmen der Energieaudits erhobenen Daten ist durch die Energieeffizienzrichtlinie vorgesehen.[185] Weil die Maßnahmenempfehlungen u.a. auf detailliert gemessenen Betriebsdaten zum Energieverbrauch und den Lastprofilen beruhen müssen, kann davon ausgegangen werden, dass im Vergleich zu den Energieaudits in KMU deutlich differenzierteres Datenmaterial vorliegen wird. [186] Wenn die Weiterverarbeitung der Daten bereits bei der Entwicklung der Rahmenbedingungen für Energieaudits bedacht wird, können für zahlreiche Branchen mit überschaubarem Aufwand Benchmarking-Systeme aufgebaut werden, die in Ihrer Aussagekraft heutige onlinebasierte Benchmarking-Systeme weit übersteigen. Zudem würde jeder Datensatz im Zuge des erneuten Audits alle 4 Jahre aktualisiert.

Konkrete Schritte

Die Berichtsvorlagen für Energieaudits in Großunternehmen sollten von vornherein die Weiterverwendung der Daten für Energieeffizienz-Benchmarking vorsehen und dabei den Umstand nutzen, dass die Energieaudits in Großuntermen genau Messungen umfassen. Dabei sind für jeden relevanten Wirtschaftszweig insbesondere folgende Schritte notwendig:

- Aufteilung des Wirtschaftszweiges in die feinsten Verzweigungen (letzte Stelle/Prodcom)
- Identifikation der Einzelprozesse, die den möglichen Produktionsprozessen innerhalb der feinsten Verzweigung bei maximaler Fertigungstiefe zugrunde liegen können
- Entwicklung von Checklisten, mit denen verschiedene Fertigungstiefen anhand der ggf. ohnehin gemessenen Einzelprozesse rekonstruiert werden können
- Integration der Checklisten in die Berichtsvorlagen der Energieaudits, damit Energieauditoren bei der Begehung die Produktionsprozesse und deren Fertigungstiefe erfassen und die Benchmarking-Grenze genau kennzeichnen können
- Bereitstellung von Online-Formularen, in denen Energieauditoren die identifizierten Produktionsprozesse und die daran beteiligten Einzelprozesse eintragen sowie den Energieeinsatz den Produktionsprozessen zuordnen
- Nutzung der durch die Energieauditoren erhobenen Daten zum Aufbau von Benchmarking-Systemen anhand möglichst einheitlicher Benchmarking-Grenzen

Die Grundlagen zur Verzahnung von Energieaudits in KMU (und ggf. in Großunternehmen) mit Energieeffizienz-Benchmarking sollten aufgrund des umfassenden Nutzens und der vermutlich sehr guten Machbarkeit baldmöglichst gelegt werden.

[184] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 2, Artikel 8: „Energieaudits und Energiemanagementsysteme“
[185] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 2, Artikel 8: „Energieaudits und Energiemanagementsysteme“
[186] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 2, Anhang VI: „Mindestkriterien für Energieaudits“

8.4.2 Verbreitung differenzierter Messsysteme zur Steigerung der Aussagekraft von Energieeffizienz-Benchmarking

Energieeffizienz-Benchmarking kann sehr genaue und aktuelle Aussagen zur Energieeffizienz treffen und seine Breitenwirkung voll entfalten, wenn alle benötigten Daten sowohl bzgl. Energieeinsatz und sonstigen Eingabeeinheiten als auch bzgl. Hauptprodukten und sonstigen Ausgabeeinheiten sowie bzgl. der Randbedingungen vollständig und genau gesammelt werden. Unter der Prämisse der kosteneffizienten Massenverbreitung müssen diese Messsysteme aus der Ferne und automatisiert ausgelesen werden können, damit die Daten zentral verarbeitet werden können. Damit das Benchmarking nicht auf Basis einer einzelnen Momentaufnahme erfolgt, sondern Aussagen zur kontinuierlichen Entwicklung der Energieeffizienz treffen kann, müssen diese Messsysteme permanent installiert sein.

Neben automatisiertem Energieeffizienz-Benchmarking sind vor allem Condition Monitoring-Systeme (Betriebsüberwachung zur Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit von Prozessen), automatisierte Regelungstechnik, Demand Side Management und aussagekräftige Energiecontrollingsysteme auf genaue Messungen der Eingabe-. Ausgabeeinheiten und Randbedingungen von Prozessen angewiesen. Da die unterschiedlichen Anwendungen in der Forschung und Entwicklung weitgehend isoliert voneinander betrachtet werden, wird der gemeinsame Nutzen, den permanent installierte Messtechnik in seiner Gesamtheit für diese Anwendungen bietet, kaum thematisiert. Dadurch werden sowohl Innovationen als auch die Verbreitung bei der permanenten Messung ausgebremst.

Die EU-Energieeffizienzrichtlinie sieht die Verbreitung intelligenter Messsysteme vor, die genaue und aktuelle Informationen zum Lastgang bzgl. des Einsatzes von Strom, Erdgas, Fernwärme, Fernkälte und Warmwasser bereitstellen, so dass die Nutzer direktes Feedback zu ihrem Verbrauchsprofil erhalten.[187] Die Messsysteme sollen aus der Ferne auslesbar und Verbrauchsinformationen für die Endkunden kostenlos einsehbar sein.[188] Die Technologie ermöglicht den privaten Haushalten die Hinterfragung des Nutzerverhaltens. Auch für automatisiertes Benchmarking und die weiteren Anwendungsgebiete ist die genaue und in geringen Zeitintervallen erfolgende Messung des Energieeinsatzes ein wichtiger erster Schritt.

Um die Innovation und Verbreitung auch in den weiteren permanent installierten Messtechniken zu beschleunigen, sollte der vielfältige Nutzen der Messtechniken für die verschiedenen Anwendungsgebiete zukünftig gemeinsam kommuniziert werden. Nur der Gesamtnutzen kann gegenüber den Anlagenbetreibern den Aufwand rechtfertigen, der mit der Nachrüstung mit umfassender Messtechnik verbunden ist. Daher ist es ratsam, die Themengebiete Energieeffizienz-Benchmarking, Condition Monitoring, Demand Side Management und Energiecontrolling stärker vernetzt zu untersuchen.

Konkrete Schritte

Gesamtheitliche Bewertung des Nutzens permanent installierter Messtechnologien und Anregung von Innovation und Verbreitung mit Blick auf die vielfältigen Anwendungsbereiche:

[187] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 2, Artikel 9: „Verbrauchserfassung“

[188] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 2, Artikel 10: „Abrechnungsinformationen“

- Aufbau eines interdisziplinären Forschungsnetzwerks zur Anregung eines integrativen Erfahrungsaustausches über die verschiedenen Anwendungsbereiche permanent installierter Messsysteme

- Marktanalyse über verfügbare und nicht verfügbare Messtechnologien, die zum automatisierten Energieeffizienz-Benchmarking verschiedener Prozesse benötigt werden

- Durchführung von Forschungsvorhaben zur Quantifizierung des gesamten Nutzens permanent installierter Messsysteme mit Blick auf die verschiedenen Anwendungsbereiche.

- Integration von Anforderungen an Schnittstellen zur permanenten Messung in die Energieeinsparverordnung und in Ökodesign-Richtlinien

- Durchführung von Pilotvorhaben zur Demonstration des Nutzens permanent installierter Messsysteme, sobald diese verfügbar sind

8.4.3 Zielsichere Sanierungen im öffentlichen Gebäudebestand mit Signalwirkung für Privatwirtschaft und private Haushalte

Aufbau eines automatisierten Energieeffizienz-Benchmarkingsystems im öffentlichen Gebäudebestand

Zur Beurteilung der Energieeffizienz bei der Raumwärmeerzeugung und der Bewahrung der Wärme in Gebäuden ist automatisiertes Benchmarking, das ohne Nutzereingaben auskommt und alle benötigten Daten durch permanent installierte Messsysteme erhält, bereits heute sehr gut einsetzbar. Preiswerte Technologien zur kontinuierlichen Wärmemengenmessung sind am Markt verfügbar. Ferner lassen sich für Raumwärme relativ unkompliziert aber treffende Vergleichsgrenzen ziehen und damit die Vergleichbarkeit im Benchmarking sicherstellen. Es können eine hohe Anzahl vergleichbarer Prozesse einbezogen werden, die Genauigkeit und Kontinuität der Datenabfrage sind durch die permanente Messung gewährleistet. Die Infrastruktur zur Datenauswertung (Rechenzentren mit Up-Links für Funk-Zähler) ist bei einigen der größeren Energiedienstleister bereits vorhanden. Die Voraussetzungen für exaktes, aussagekräftiges Benchmarking, das den Prinzipien der EN 16231 folgt, lassen sich in diesem Untersuchungsbereich erfüllen.

Gleichzeitig schlummern im Bereich der Raumwärmeerzeugung und -bewahrung viele ungehobene Energieeffizienzpotentiale. Zwar sind vielfach bereits moderne Brennwertkessel installiert, jedoch arbeiten diese aufgrund fehlerhafter Einstellungen z. B. bei Vor- und Rücklauftemperatur und aufgrund der weit verbreiteten Überdimensionierung von Anlagen in den vergangenen Jahren häufig nicht energieeffizient. Blockheizkraftwerke sind, mangels der Verfügbarkeit permanenter Messprotokolle vor der Installation, nicht immer optimal am Wärmebedarf ausgelegt, so dass sie lange Stillstandszeiten aufweisen können. Benchmarking, das auf Basis der kontinuierlichen Messung den Energieeinsatz ins Verhältnis zur Wärmemenge und die gemessene Wärmemenge ins Verhältnis zu hinterlegten Gebäudedaten (beheizte Fläche etc.) setzt, kann Energieeffizienzpotentiale genau quantifizieren und zuordnen. Ferner kann es Antwort auf die Frage geben, ob Schwachstellen eher beim Heizungssystem oder bei dem Gebäude liegen. Die Messdaten lassen sich zudem für Gebäudeinventare und die optimale Anlagendimensionierung nutzen. Zudem lässt sich die Wirksamkeit von technischen und organisatorischen Maßnahmen sofort überprüfen.

Mit Blick auf die EU-Energieeffizienzrichtlinie, bietet sich der öffentliche Gebäudebestand als Anwendungsbereich für ein automatisiertes Energieeffizienz-Benchmarkingssystem an.

- Er soll eine Vorbildfunktion einnehmen, um Wirtschaft und private Haushalte zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zu motivieren.
- Ab Januar 2014 soll jährlich 3% der Gebäudefläche des Bundes durch Maßnahmen am Gebäude oder an Anlagen saniert werden. Dabei sind mindestens die Anforderungen der EU-Gebäudeenergierichtlinie 2010 (Grundlage für EnEV 2012) zu erfüllen. Gebäude mit der schlechtesten Gesamtenergieeffizienz sollen zuerst saniert werden.
- Bis zum 31. Dezember 2013 müssen Energieeffizienz-Inventare der ca. 4.500 Liegenschaften geschaffen werden. Nach Möglichkeit sollen dabei auch öffentliche Gebäude der regionalen (ca. 6.400 Liegenschaften) und lokalen Ebene (ca. 190.000 Liegenschaften)[189] einbezogen werden.[190] Den bei weitem höchsten Anteil am Endenergiebedarf von etwa 60.000 GWh pro Jahr[191] macht dabei die Wärmeerzeugung aus: In Bürogebäuden entfällt darauf etwa 75%, in Schulen etwa 85%, in Krankenhäusern und in Heimen etwa 60% der eingesetzten Endenergie für Wärme (ohne Prozesswärme).[192]

Die öffentlichen Gebäude könnten mit dem Aufbau des ersten automatisierten Energieeffizienz-Benchmarkingsystems in vielfacher Hinsicht ihre Vorbildfunktion erfüllen, die ihnen von der EU-Energieeffizienzrichtlinie zugedacht wird. Sie könnten als Pioniere einer zukunftsweisenden Technik die gute Machbarkeit und die hohe Aussagekraft breit angelegter automatisierter Energieeffizienz-Benchmarkingsysteme im Heizungs- und Klimatisierungsbereich demonstrieren und die Betreiber weiterer Gebäude zur Nachahmung motivieren. Automatisiertes Benchmarking kann eine genaue Rangfolge abbilden und Einsparpotentiale zielsicher aufdecken. Der Aufbau eines Energieeffizienz-Inventars der öffentlichen Gebäude wäre vorbildlich umgesetzt. Im Sinne der EU-Energieeffizienzrichtlinie könnten die drängendsten und lohnendsten Energieeffizienzmaßnahmen zuerst bearbeitet werden. Ferner könnten Energieeinsparungen auf Basis der Messungen direkt ausgewertet werden.[193]

Darüber hinaus wäre die Planung von Energieeffizienzmaßnahmen deutlich genauer möglich, weil für die Gebäude genaue Messdaten über gesamte Zeiträume vorlägen - und nicht, wie sonst üblich, auf stichprobenartige Messungen zurückgegriffen werden müsste. Die Beschaffung der energieeffizientesten Produkte könnte unter Berücksichtigung der richtigen Dimensionierung vorgenommen werden.[194] Darunter fällt insbesondere die sinnvolle Auslegung von Blockheizkraftwerken am tatsächlichen Bedarf.[195]

Konkrete Schritte

Aufbau und Durchführung eines Pilotvorhabens zum automatisierten Energieeffizienz-Benchmarking bei den öffentlichen Gebäuden im Zuge des Sanierungsfahrplans:

[189] Vgl. Rathert 2010 : 3f.

[190] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 2, Artikel 5: „Vorbildcharakter der Gebäude öffentlicher Einrichtungen“

[191] Vgl. Rathert 2010: 4

[192] Werte berechnet auf Basis Fraunhofer 2011

[193] EU-ENEFF-RL 2012 Anhang V.1: Methoden zur Berechnung von Energieeinsparungen

[194] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 2, Artikel 6: „Beschaffung durch öffentliche Einrichtungen“

[195] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 2, Artikel 14: „Förderung von Effizienz bei der Wärme- und Kälteversorgung“

- Untersuchung der bereits geleisteten Vorarbeiten (z. B. Rechenzentren mit vorhandenen Up-Links für Funk-Wärmemengenzähler)

- Auswahl öffentlicher Gebäude des Bundes desselben Nutzungsprofils und Sammlung gebäudebezogener Daten (Baujahr, beheizte Fläche etc.)

- Nachrüstung der Heizungsanlagen der ausgewählten Gebäude mit fernauslesbaren Messsystemen für den Energieeinsatz („normale“ SMART-Meeter bei Gas, Fernwärme und Strom, Funk-Durchflusszähler bei Ölheizungen) und mit Funk-Wärmemengenzählern für die Wärmeerzeugung

- Programmierung des Backends zur zentralen Datenverarbeitung und -auswertung im Rechenzentrum (oder in der Cloud)

- Durchführung und wissenschaftliche Begleitung des Pilotvorhabens zum automatisierten Energieeffizienz-Benchmarking und schrittweise Einbeziehung weiterer Gebäude des Bundes und ggf. der Länder und Kommunen

- Kommunikation der Ergebnisse und Vorbereitung des roll-out

Idealerweise steht am Ende der weit verbreitete Einsatz eines kontinuierlichen, automatisierten Energieeffizienz-Benchmarking zur zielsicheren Umsetzung der Energieeffizienz-Richtlinie Artikel 5.

Verzahnung des skizzierten Benchmarkings mit Informationskampagnen für Gebäudebetreiber in der Wirtschaft und private Haushalte

Die EU-Energieeffizienzrichtlinie sieht die Bereitstellung von Informationen für kostenwirksame Renovierungskonzepte im privaten Gebäudebestand vor. Auf Basis nachweisgestützter Schätzungen der zu erwartenden Energieeinsparungen sollen Renovierungen von Gebäuden in privater Hand angeregt werden.[196]

Maßnahmen im Heizungsbereich, die in den öffentlichen Gebäuden Erfolge bewirken, könnten wirksam an andere Gebäudebetreiber und an die privaten Haushalte kommuniziert werden. Das skizzierte Benchmarking stellt dabei die optimale Informationsquelle dar, weil Maßnahmenumsetzungen an Heizungssystemen, Blockheizkraftwerken, Klimatisierung und Gebäudehülle als Best-Practice Beispiele aufbereitet und deren Wirksamkeit mit Messprotokollen hinterlegt werden können. Die Situation vor und nach der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen kann anhand des veränderten Abschneidens im kontinuierlichen Benchmarking genau und anschaulich beschrieben werden. Da die Einsparerfolge direkt gemessen werden, könnte der Nachweis über zu erwartende Energieeinsparungen bei vergleichbaren Renovierungen transparent und glaubwürdig erbracht und Maßnahmen in nicht-öffentlichen Gebäuden angeregt werden.

Eine mit dem Benchmarking verzahnte Informationskampagne ist nicht auf die ausschließliche Kommunikation über das Internet angewiesen. Die öffentlichen Gebäude könnten selbst sehr gut als Medium der Informationsverbreitung und als Multiplikatoren genutzt werden. Informationsmaterialien zum Energieeffizienz-Benchmarking, zu den umgesetzten

[196] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 2, Artikel 4: „Gebäuderenovierung“

Energieeffizienzmaßnahmen und zu den Einsparerfolgen könnten publikumswirksam z. B. in Bürgerämtern ausgelegt werden. Dadurch würden auch diejenigen Personen erreicht, die weniger internetaffin sind. Zur Informationsverbreitung über das Internet ist etwa eine Verzahnung mit dem Energiesparclub oder mit Branchenkampagnen sinnvoll.

Derartige Aktionen stehen für eine transparente Kommunikation der Umweltleistungen der öffentlichen Verwaltung und tragen zur Förderung eines positiven, ökologischen Images bei. Der öffentliche Gebäudebestand würde nicht nur die Vorbildfunktion einnehmen, die ihm von der EU-Energieeffizienzrichtlinie zugedacht wird, die Öffentlichkeit würde ihn über viele Kanäle auch tatsächlich als vorbildlich wahrnehmen.

Konkrete Schritte

Öffentlichkeitswirksame Verbreitung der Ergebnisse des automatisierten Benchmarking-Systems zur Anregung von Nachahmungen in Privatwirtschaft und privaten Haushalten:

- Entwicklung konkreter Best-Practice Beispiele zu kosteneffizienten Sanierungsmaßnahmen, die im Rahmen des automatisierten Benchmarking im öffentlichen Gebäudebestand umgesetzt werden (inkl. Benchmarking-Ergebnisse vor und nach der Umsetzung).

- Verbreitung der Best-Practice Beispiele über bestehende Informationskampagnen und über Auslagen bei Bürgerämtern etc.

- Verbreitung des methodischen Ansatzes des automatisierten Benchmarkings an Energiedienstleister

- Imagekampagne zu den Umweltleistungen der öffentlichen Gebäude anhand der Benchmarking-Ergebnisse

8.4.4 Realistische Bewertung von Energieeffizienzsteigerungen in Unternehmen auf Basis eines international bewährten Standards

Die Prinzipien des Energieeffizienz-Benchmarkings geben wertvolle Hinweise zur Bewertung von Energieeffizienzsteigerungen in Unternehmen. In diesem Fall werden nicht verschiedene Prozesse einander gegenübergestellt, sondern derselbe Prozess wird entlang der Zeitachse mit sich selbst verglichen. Kontinuierliches Monitoring und ein Vergleich mit der Baseline (Ausgangssituation im definierten Vergleichsjahr) sind feste Bestandteile von Energiemanagementsystemen nach ISO 50001 und sollen Energieeffizienzsteigerungen verlässlich bewerten. Jedoch geht die Energiemanagementsystemnorm dabei kaum auf die Frage der Vergleichbarkeit ein. Ein Monitoring, das zeitliche Veränderungen bei den Systemgrenzen (geänderte Produktionstiefe etc.) außen vor lässt, führt zu Trugschlüssen. Wenn im Monitoring die Prinzipien des Energieeffizienz-Benchmarkings hinsichtlich der Vergleichbarkeit berücksichtigt werden, verbessert sich die Aussagekraft erheblich. Die EN 16231 stellt dazu keine konkreten Regeln auf, sondern setzt dieses Wissen voraus.

Die EU-Energieeffizienzrichtlinie fordert den Aufbau von Qualifikationsprogrammen für Energiemanager, damit sie ihre Aufgaben in allen Belangen des Energiemanagements professionell wahrnehmen können.[197] Zwar ist in Deutschland eine ganze Reihe von Qualifizierungsmaßnahmen verfügbar, jedoch kommt die Bewertung von Energieeffizienzveränderungen inhaltlich zu kurz. Hintergrund ist, dass sich im deutschsprachigen Raum kein allgemein akzeptierter Standard zum Monitoring im Energiemanagement etabliert hat.

In Kanada und den USA hat sich das International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP) seit den 90er Jahren als einheitlicher Standard zum Nachweis bei der Bewertung von Energieeinsparungen durchgesetzt, in Österreich findet es zunehmend Verbreitung. Das IPMVP ermöglicht aussagekräftiges Monitoring im Energiemanagement unter Berücksichtigung sich verändernder Systemgrenzen und Randbedingungen.

Konkrete Schritte

Etablierung des International Performance Measurement and Verification Protocol im Energiemanagement deutscher Unternehmen:

- Informationsverbreitung zum IPMVP und den Zertifizierungsschulungen auf der Internetpräsenz des BMU und UBA und über die Partnerschaft für Klimaschutz, Energieeffizienz und Innovation des DIHK
- Integration des IPMVP in einschlägige Leitfäden zu Energiemanagementsystemen
- Förderung der Durchführung von Zertifizierungsseminaren zum IPMVP

[197] Vgl. EU-ENEFF-RL 2012 Kapitel 4, Artikel 16: Verfügbarkeit von Qualifizierungs-, Akkreditierungs- und Zertifizierungssystemen

Ergebnisprotokoll zum Fachgespräch

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit,

Raum 03.01.12,

Köthener Straße 2-3,

10963 Berlin

am 24. Oktober 2012

Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:

- Maria Krassuski
- Oliver Lösch
- Wolfgang Müller

Umweltbundesamt:

- Reinhard Albert

adelphi:

- Walter Kahlenborn
- Birger Prüter
- Georg Ratjen
- Jutta Schüle
- Silas Schürmann

Österreichische Energieagentur

- Petra Lackner

Weitere Teilnehmer

- Yves Becker, techem
- Dr. Rolf Diemer, Eproplan
- Hr. Knut Grabowski, Ökotec
- Frank Neuer, TU Berlin
- Gerald Orlik, EnergieAgentur.NRW
- Hans Schweiger, Ph.D, energyXperts
- Undine Stricker-Berghoff, VFA Interlift
- Michael Zens, Perpendo
- Armin Zingerle, netconnect

Ort und Zeit:

am 24. Oktober 2012 zwischen 13:00 Uhr und 17:00 Uhr im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Raum 03.01.12, Köthener Straße 2-3, 10963 Berlin

Agenda des Treffens

1) Präsentation, Kommentar und Diskussion zum Thema „Intelligente Messsysteme: neue Chancen für Benchmarking?“

2) Präsentation, Kommentar und Diskussion zum Thema „EN 16231: Anwendung im betrieblichen Energiemanagement?“

3) Präsentation und Diskussion zum Thema „Benchmarking: geeignete Grundlage für Zielvorhaben?“

TOP 1) Intelligente Messsysteme: neue Chancen für Benchmarking?

Herr Georg Ratjen, adelphi, stellte in einem Vortrag die besondere Bedeutung der Datenerfassung für Energieeffizienz-Benchmarking heraus und ging auf Chancen, Risiken, Nutzen und Grenzen ein, die sich aus der Verzahnung intelligenter Messsystemen (SMART Meetering/Submeetering bei Eingabe- und Ausgabeeinheiten) mit Benchmarking ergeben. Der Vortrag wurde von Yves Becker, techem, anhand eines Systems, das für die automatisierte Energiedatenerfassung in Gebäuden genutzt wird, kommentiert. Anschließend wurden Vortrag und Kommentar diskutiert. Als Ergebnis kann festgehalten werden:

- Intelligente Messsysteme verbessern die Voraussetzungen für weitgehend automatisiertes Benchmarking hinsichtlich trennscharfer Benchmarking-Grenzen, genauer Datenerfassung und genügend hoher Vergleichsmenge.
- In einigen Prozessen (vor allem Prozesse mit Benchmarking-Grenzen, die eine einheitliche und gut messbare Bezugsgröße mit gleichem oder keinen Anteil Nebenprodukte und eine einheitliche Produktionstiefe der Eingabe- und Ausgabestoffe aufweisen: wie z.B. bei der Raumwärmeerzeugung und -übergabe) ist weitgehend automatisiertes Benchmarking mithilfe intelligenter Messtechnik bereits kurz- bzw. mittelfristig gut möglich. Andere Prozesse (insb. Prozesse mit schlecht messbarer oder branchenspezifischer Bezugsgröße) können nur mit hohem Aufwand oder gar nicht im Rahmen von Benchmarking erfasst werden.
- Ein Anreiz für Hersteller zur Aufnahme benötigter Messtechnik und definierte Schnittstellen in die Grundausstattung von Neuanlagen (ggf. als Kriterium von Ökodesign) ist eine geeignete Variante, um Prozesse künftig besser messtechnisch erfassen zu können. Allerdings sollen durch Benchmarking vor allem Energieeffizienz-Potentiale im Anlagenbestand aufgedeckt werden. Eine Nachrüstung bei Bestandsanlagen mit Messtechnik ist notwendig, damit auch diese in einem weitgehend automatisierten Benchmarking berücksichtigt werden können.
- Die Nachrüstung und Überwachung von Prozessen mit permanenter Messtechnik ist vor allem dann interessant, wenn das Benchmarking kontinuierlich und nicht als Momentaufnahme erfolgt. Darüber hinaus ist die Nachrüstung auch mit Blick auf zahlreiche weitere Anwendungsmöglichkeiten sinnvoll (z.B. Condition Monitoring Systeme, Energiecontrolling, Demand Side Management). Die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten sollten systematisch im Verbund untersucht werden, um den breiten Nutzen veranschaulichen zu können, der dem hohen Aufwand der Nachrüstung gegenübersteht.
- Bei Prozessen, die sich hinreichend durch Laufzeit und Leistung beschreiben lassen, macht es wenig Sinn, sie automatisiert zu erfassen. Sie lassen sich ebenso gut berechnen. Berechnungen sollten den individuellen Prozess direkt beschreiben und möglichst ohne Richtwerte auskommen. Die Verwendung von Richtwerten auch aus einschlägigen Normen (z.B. DIN V 18599) erhöht die Unschärfe im Benchmarking, da sie letztlich Verallgemeinerungen darstellen.
- Ein Erfahrungsaustausch zwischen den verschiedenen Benchmarking-relevanten Disziplinen findet nicht in ausreichendem Maße statt. Dies hat zur Folge, dass wechselseitige Nutzeneffekte kaum berücksichtigt werden. Eine bessere Vernetzung der verschiedenen Disziplinen in Forschung, Praxis und Politik miteinander und untereinander ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor bei der Verbesserung der Voraussetzungen für weitgehend automatisiertes, genaues und breit angelegtes Benchmarking.
- Im Rahmen von Pilot-Vorhaben in bereits heute gut realisierbaren Anwendungsbereichen sollten Erfahrungen im weitgehend automatisierten Benchmarking gesammelt werden (z.B. hinsichtlich Datenschutz). Die Lerneffekte könnten in einem zweiten Schritt auf weitere, komplexere Anwendungsbereiche übertragen werden.

Die Präsentationsfolien finden sich in Anhang I des Endberichts

TOP 2) EN 16231: Anwendung im betrieblichen Energiemanagement?

Frau Petra Lackner, Österreichische Energieagentur, stellte in ihrem Vortrag zum Einsatz von Energieeffizienz-Benchmarking nach kommender Benchmarking-Norm EN 16231 im betrieblichen Energiemanagement die aktuelle Diskussion des Normenausschusses (zur ISO 50001) bzgl. der Verbesserung der Bezugsgröße des Energieverbrauchs zum Monitoring heraus. Der Vortrag wurde von Herrn Armin Zingerle, netconnect kommentiert, der die Einsatzbereiche von Benchmarking bei der Aufzugstechnik vorstellte. Anschließend wurden Vortrag und Kommentar diskutiert. Als Ergebnis kann festgehalten werden:

- Nicht alle Bestandteile des Energieverbrauchs hängen unmittelbar und proportional von der Anzahl der bereitgestellten Hauptprodukte ab (Grundlast und Skaleneffekte). Ein Vergleich von mehreren spezifischen Energieverbräuchen ist daher nur begrenzt aussagekräftig. Statt die spezifischen Energieverbräuche als einfache Verhältniszahlen miteinander zu vergleichen gibt es einen Trend, Vergleichsgrößen auf der Basis von Regressionsanalysen zu bilden.
- Dabei wird aus einer Reihe von Wertepaaren (Energieverbrauch und Menge des Hauptprodukts) eine Gleichung gebildet, die den spezifischen Energieverbrauch als Funktion der Menge des Hauptprodukts darstellt. Der Basiszeitraum für eine solche Analyse sollte so gewählt werden, dass er möglichst alle „Betriebszustände“ abdeckt (z.B. ein Jahr). Es empfiehlt sich, ihn regelmäßig oder bei relevanten Veränderungen anzupassen. Auf diesem Weg lassen sich eine Grundlast und/oder Skaleneffekte für Vergleiche besser einbeziehen und erhöhen so deren Aussagekraft. In den USA hat sich die Methode bereits durchgesetzt. Sie ist eine verbindliche Anforderung an Benchmarkingvorhaben im Rahmen von Energy Star. Es wird empfohlen, diese Methode auch in Deutschland bei künftigen Benchmarkingvorhaben zu berücksichtigen.
- Die Teilnehmenden des Fachgesprächs sind sich einig (persönliche, nicht repräsentative Meinungen), dass sich Benchmarking von Gesamtorganisationen als Hilfsmittel zur Selbsteinschätzung, zur Reflektion des Energieverbrauchs und zur Erzeugung von Interesse an Energieeffizienz eignet. Wird eine darüber hinausgehende Aussagekraft verlangt, muss Benchmarking auf die zugrunde liegenden Prozesse bzw. Prozessketten mit besser vergleichbaren Ausgabe- und Eingabeeinheiten und Randbedingungen heruntergebrochen werden.
- Korrekturen sollten durch eng gezogene Benchmarking-Grenzen soweit möglich vermieden werden. Je nach geforderter Aussagekraft des Benchmarkings (Selbsteinschätzung, Reflektion des Energieverbrauchs, Motivation) können Korrekturen aber einen Mechanismus darstellen, welcher die Vergleichbarkeit ausreichend genau wiederherstellt. Bei der Festlegung von Korrekturen besteht die Gefahr, ungewollt Energiesparpotentiale auszublenden (z.B. wenn Auslastungsunterschiede verglichener Anlagen „korrigiert“ werden).
- Die kommende EN 16231 bietet keine Handlungsanweisen zum Benchmarking spezifischer Prozesse/Prozessketten, sondern einen allgemeingültigen Codex zur Sicherstellung der Aussagekraft eines Benchmarkingvorhabens an. Zur besseren Umsetzbarkeit durch Administratorinnen und Administratoren sollte die Norm ansprechend veranschaulicht, Anforderungen näher erläutert und mit Praxisbeispielen unterfüttert werden. Um die Anwendung der Norm im Benchmarking auch bzgl. spezifischer Prozesse bzw. Prozessketten anzuregen, bedarf es konkreter Handlungsanweisungen zum jeweiligen Anwendungsfall. Es erscheint fraglich, ob vor allem KMU auf sich allein gestellt und ohne externe Expertise internes Benchmarking auf der Basis der Norm durchführen können.

Die Präsentationsfolien finden sich in Anhang I des Endberichts

TOP 3) Benchmarking: geeignete Grundlage für Zielvorhaben?

Herr Silas Schürmann, adelphi, zeigte im Vortrag anhand von Beispielen, bei denen Benchmarking als Grundlage für Zielvorgaben bereits eingesetzt wird, entsprechende Anforderungen auf und veranschaulichte darüber hinaus die Anwendung von Benchmarking als eigenständiges bzw. ergänzendes politisches Lenkungsinstrument. Anschließend wurde der Vortrag diskutiert. Als Ergebnis kann festgehalten werden:

- Bei der Festlegung von Zielvorgaben hat sich die pauschale Verpflichtung zu einer jährlichen Einsparung auf Basis historischer Daten als ungerecht erwiesen, da sie die im Bezugsjahr wenig effizienten Anlagen insofern belohnt, als dass sie die vorgegebene Einsparverpflichtung leichter erreichen konnten als Anlagen, die im Bezugsjahr bereits energieeffizient waren. Benchmarks sind eine bessere methodische Grundlage für Zielvorgaben, da sie einen realistischen Richtwert darstellen und keine pauschalen Einsparverpflichtungen implizieren. In allen betrachteten Beispielen für Zielvorgaben fand entweder im Verlauf ein Paradigmenwechsel hin zu Benchmarks statt, oder es wurde von vornherein ein Benchmark-Ansatz gewählt.
- Die Einigung auf verbindliche Kennzahlen ist langwierig. Auch trennscharfe und enge Benchmarking-Grenzen erreichen keine absolute Übereinstimmung der verglichenen Prozesse in ihren Eingabe- und Ausgabeeinheiten sowie Randbedingungen. Daher wird von den Beteiligten, die sich dadurch benachteiligt sehen, oft gefordert, ihren „Nachteil" durch Korrekturfaktoren zu bereinigen. Die Entwicklung und Anwendung von Korrekturfaktoren muss, sofern sie nicht ganz vermieden werden können, auf fundierter und transparenter Basis erfolgen. Durch die Anwendung pauschalisierter Korrekturen besteht die Gefahr, die Aussagekraft von Benchmarks zu verwässern oder ganz aufzuheben.
- Insbesondere wenn Benchmarks als Zielvorgaben dienen, sollten die Beteiligten bzw. deren Vertreter (z.B. Branchenverbände) frühzeitig in die Entwicklung einbezogen werden. Dies ist ein Erfolgsfaktor, damit Benchmarks auf Akzeptanz treffen. Ferner kann ein Bonussystem die Akzeptanz einer Benchmark erheblich besser herstellen als ein Malussystem. Auch die Frage der Finanzierung muss klar definiert sein.
- Verbindliche Zielvorgaben nach Branchenzugehörigkeit sind nicht sinnvoll, weil die Branchenzugehörigkeit für diesen Anwendungsfall keine ausreichend enge Benchmarking-Grenze darstellt (zu große Unterschiede in Eingabe- und Ausgabeeinheiten sowie Randbedingungen). Benchmarking-Grenzen für Zielvorgaben, müssen eng und eindeutig sein.
- In Gewerbebranchen können Benchmarking-Vorhaben mit relativ geringem Aufwand umgesetzt werden, da in der Regel gut vergleichbare Prozesse eingesetzt werden (häufig hoher Anteil der Querschnittstechnologien). Dabei kann auch der rein informelle Gehalt des Benchmarking nutzenstiftend sein (Mittel zur Selbsteinschätzung, Motivation, Reflektion). Die Anforderungen an die Datenqualität ist in diesem Fall entsprechend niedriger, als wenn von den Benchmarks Zielvorgaben für die beteiligten Organisationen abhängen.
- Benchmarking ist mit Blick auf bestehende politische Lenkungsinstrumente ein geeignetes Mittel, um deren Wirksamkeit und Treffsicherheit zu verstärken. Es sollte untersucht werden, welche bestehenden Instrumente in welchen Anwendungsfällen von einer Verknüpfung mit Benchmarking besonders profitieren würden.
- Es sollte geprüft werden, ob aus dem bestehenden Benchmarking im Rahmen des EU-Emissionshandelssystems ein Energieeffizienz-Benchmarkingsystem für emissionshandelspflichtige Anlagen direkt extrahiert werden kann (Vorteile: z.B. Produktgruppen bereits abgestimmt, Erfassungsprozesse bereits festgelegt). Für andere Branchen könnte geprüft werden, inwieweit existierende Daten, (z.B. im Rahmen KfW - Energieberatung im Mittelstand, BAFA - Spitzenausgleich) für Benchmarking angewendet werden können. Bei künftigen Vorhaben, in denen Daten im größeren Stil erfasst werden, sollte schon zu Beginn an eine weitere Verwendung in Betracht gezogen werden.

Die Präsentationsfolien finden sich in Anhang I des Endberichts

Quellenverzeichnis

adelphi 2012a: Energiemanagementsysteme in der Praxis - ISO 5000: Leitfaden für Unternehmen und Organisationen; Berlin; Juni 2012; Online verfügbar unter: http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3959.pdf

adelphi 2012b: Energiekampagne Gastgewerbe; Berlin; Online verfügbar unter: www.energiekampagne-gastgewerbe.de

Amtsblatt der Europäischen Union 2011: Beschluss des Kommission vom 27. April 2011 zur Festlegung EU-weiter Übergangsvorschriften zur Harmonisierung der kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten gemäß Artikel 10a der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2011) 2772); o.O.; Online verfügbar unter: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:130:0001:0045:DE:PDF

Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2000a: Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung – Milchverarbeitender Betrieb, 2000, Auftraggeber Bayrisches Landesamt für Umweltschutz, Auftragnehmer TÜV Süddeutschland

Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2000b: Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung – Großbäckerei, 2000b, Auftraggeber Bayrisches Landesamt für Umweltschutz, Auftragnehmer ZREU Zentrum für rationelle Energieanwendung und Umwelt GmbH

Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2001: Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung – Fleischverarbeitender Betrieb, 2001, Auftraggeber Bayrisches Landesamt für Umweltschutz, Auftragnehmer Energieconsulting Heidelberg

Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2002: Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung Kunststoffverarbeitende Industrie, 2002, Auftraggeber Bayrisches Landesamt für Umweltschutz, Auftragnehmer Energieconsulting Heidelberg GmbH

BESS-Project: Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs; Online verfügbar unter: http://www.bess-project.info

Bidstrup et al. 2003: Europump - Classification of Circulators; Online verfügbar unter: http://www.topten.eu/uploads/File/Classification_of_Circulators_final__ver._5.0_.pdf

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWA) 2011: Energiemanagement in der Hotellerie und Gastronomie – ein Leitfaden, 2. Auflage, Wien.

Bundesverband Großhandel, Außenhandel, Dienstleistungen e.V. (BGA) 2012: Online verfügbar unter: http://www.bga-online.de/grosshandel0.html

CEPS 2010: Benchmarking in the EU – Lessons from the EU Emissions Trading System for the Global Climate Change Agenda; Online verfügbar unter: http://www.ceps.eu/ceps/dld/3464/pdf

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2010: Produktliste - Produktkategorien; Berlin; Online verfügbar unter:
http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/DEV_2020/DEV2020_Produktliste.pdf?__blob=publicationFile

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011a: Antrag auf kostenlose Zuteilung nach ZuV 2020; Berlin; Online verfügbar unter:
http://www.dehst.de/DE/Teilnehmer/Anlagenbetreiber/Zuteilung-2013-2020/Antragsverfahren/Zuteilungsantrag/zuteilungsantrag_node.html

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011b: Benutzerhandbuch für die Software zum elektronischen Antrag auf Zuteilung nach §9 TEHG: Handbuch für Betreiber und Sachverständige; Berlin; Online verfügbar unter:
http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Zuteilung_2013-2020/Zuteilung-2020-FMS-Handbuch-Zuteilung.pdf;jsessionid=BDA88759BF1BFEADCEC7135250AA5E24.2_cid292?__blob=publicationFile

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011c: Kohlendioxidemissionen der emissionshandelspflichtigen stationären Anlagen im Jahr 2010 in Deutschland; Berlin; Online verfügbar unter: http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/VET-Bericht2010.pdf?__blob=publicationFile

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011d: Leitfaden für Anlagenbetreiber und Sachverständige Stellen zur Erstellung von Datenmitteilungen nach der Datenerhebungsverordnung 2020 (DEV 2020); Berlin; Online verfügbar unter:
http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/DEV_2020/DEV2020_Leitfaden.pdf?__blob=publicationFile

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011e: Prüftätigkeit; Berlin; Online verfügbar unter:
http://www.dehst.de/DE/Teilnehmer/Sachverstaendige/Prueftaetigkeit/prueftaetigkeit_node.html

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011f: Zukunft des Emissionshandels; Berlin; Online verfügbar unter:
http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Fact_Sheet_EH_2013-2020.pdf?__blob=publicationFile

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011g: Zuteilung 2013-2020; Leitfaden: Teil 1; Grundlegende Informationen zum Zuteilungsverfahren für Bestandsanlagen – Zuteilungssystematik, Ablauf, Akteure sowie elektronisches Verfahren; Online verfügbar unter:
http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Zuteilung_2013-2020/Zuteilung-2020-Leitfaden-1.pdf?__blob=publicationFile

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011h: Zuteilung 2013-2020; Leitfaden: Teil 2; Allgemeine Zuteilungsregeln für Bestandsanlagen - Hinweise zur Erstellung des Zuteilungsantrags; Berlin; Online verfügbar unter:
http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Zuteilung_2013-2020/Zuteilung-2020-Leitfaden-2.pdf?__blob=publicationFile

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011i: Zuteilung 2013-2020; Leitfaden: Teil 3a; Spezielle Zuteilungsregeln für anlagenübergreifende Wärmeströme; Berlin; Online verfügbar unter: http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Zuteilung_2013-2020/Zuteilung-2020-Leitfaden-3a.pdf?__blob=publicationFile

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2011j: Zuteilung 2013-2020; Leitfaden: Teil 3c; Spezielle Zuteilungsregeln zur Anwendung der Produkt-Emissionswerte - Bilanzgrenzen und Datenerfordernisse; Berlin; Online verfügbar unter: http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Zuteilung_2013-2020/Zuteilung-2020-Leitfaden-3c.pdf?__blob=publicationFile

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) 2012: Emissionshandel im Luftverkehr; Berlin; Online verfügbar unter: http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Fact_Sheet_LV.pdf?__blob=publicationFile

Deutscher Hotel und Gaststättenverband (DEHOGA) 2012: Jahrbuch 2011; Berlin; Online verfügbar unter: http://www.dehoga-bundesverband.de/fileadmin/Inhaltsbilder/Publikationen/Jahrbuecher/DEHOGA_Jahrbuch_2011.pdf

Deutscher Wetterdienst (DWD) 2012: Download der Klimafaktoren; Online verfügbar unter: http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimadaten/Klimafaktoren/KF__die__letzten__12__xls.xls__default,templateId=raw,property=publicationFile.xls/KF_die_letzten_12_xls.xls

DIN EN 16231:2012: DIN EN 16231 - Energieeffizienz-Benchmarking-Methodik; Deutsche Fassung; Berlin; Beuth Verlag.

DIN ISO 50001:2011: Energiemanagementsysteme — Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2011); Berlin; Beuth Verlag

DIN V 18599:2011-12 Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger; Berlin; Beuth Verlag

DIN V 18599:2011-12 Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung; Berlin; Beuth Verlag

DIN V 18599:2011-12 Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen; Berlin; Beuth Verlag

DIN V 18599:2011-12 Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten; Berlin; Beuth Verlag

EU-EnEff-RL 2012: Richtlinie des europäischen Parlaments und Rates zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG25.10.2012; Online verfügbar unter: http://www.energieeffizienz-online.info/fileadmin/edl-richtlinie/Downloads/Energieeffizienzstandards/Gesetze/EG_R/EG-R_Energieeffizienz-RL_2012-27-EU.pdf

EnergieAgentur NRW 2012a: Kurz-Energie-Check; Online verfügbar unter: http://www.energieagentur.nrw.de/unternehmen/energieeffizienz-in-fleischereibetrieben-3738.asp

EnEV-Online 2007: Muster Energiebedarfsausweis Nichtwohngebäude; Online verfügbar unter: http://praxis.enev-online.de/images/bmvbs_hegner_energieausweis_nichtwohnbau_gr.gif

EA.NRW o.J.a.: Energieeffizienz in Fleischereibetrieben; Online verfügbar unter: http://www.energieagentur.nrw.de/unternehmen/energieeffizienz-in-fleischereibetrieben-3738.asp

EA.NRW o.J.b.: Energieeffizienz in Bäckereien; Online verfügbar unter: http://www.energieagentur.nrw.de/ekbaeckereien/energiekennzahlen-fuer-baeckereien-4895.asp

EA.NRW 2010: Energieeffizienz für Krankenhäuser; Online verfügbar unter: https://broschueren.nordrheinwestfalendirekt.de/herunterladen/der/datei/leitfaden-krankenhaus-100614-final-pdf/von/leitfaden-energieeffizienz-fuer-krankenhaeuser/vom/energieagentur/1186

Efficiency Valuation Organization 2012: Internationales Protokoll für Leistungsmessung und –verifizierung (IPMVP); Online verfügbar unter: http://www.evo-world.org/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1610&Itemid

Energieeinsparverordnung (EnEV) 2012: Kurz-Energie-Check; Online verfügbar unter: http://www.energieagentur.nrw.de/ekbaeckereien/energieeffizienz-in-baeckereien-4753.asp

Energieinstitut der Wirtschaft (EIW) GmbH 2011: Auswertung der Ergebnisse der KMU-Scheck-Beratungen für sechs ausgewählte Branchen; Online verfügbar unter: http://www.energieinstitut.net/portal/page/portal/EIW_HOME/PROJEKTE/Auswertung_KMU-Scheck/kennzahlen_produzierende_11_09.pdf

Energy Star ®-EPI: Opportunities for Improving Energy Efficiency; Online verfügbar unter: http://www.energystar.gov/index.cfm?c=in_focus.bus_industries_focus

Energy Star 2011a: The ENERGY STAR® Frozen Fried Potato Processing Plant Energy Performance Indicator (EPI), Version 1.1., Release 7/18/2011

Energy Star 2011b: The ENERGY STAR® Juice Processing Plant Energy Performance Indicator (EPI), Version 1.1., Release 7/18/2011

Energy Star 2011d: The ENERGY STAR® Flat Glass Manufacturing Plant Energy Performance Indicator (EPI), Version 1.1., Release 7/18/2011

Energy Star 2011e: The ENERGY STAR® Container Glass Manufacturing Plant Energy Performance Indicator (EPI), Version 1.1., Release 7/18/2011

Europäische Kommission 2009: Verordnung zu Umwälzpumpen; Online verfügbar unter: http://www.eup-net-

work.de/fileadmin/user_upload/Produktgruppen/Lots/IM/Adopted_IM/Motors/Umwaelzpumpen_verordnung_090723.pdf

Europäische Kommission 2010: Draft for Regulation with regard to energy labeling of electrical lamps and luminaries; Online verfügbar unter: http://www.eceee.org/Eco_design/products/directional_lighting/EU35_EN_1_1.pdf

Europäische Kommission 2011: Working Document on Professional Refrigerated Cabinets; Online verfügbar unter: http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Produktgruppen/Lots/Working_Documents/Part_1_-_Professional_cabinets.pdf

Europäische Kommission 2012: Working Document on Space Heaters; Online verfügbar unter: http://www.eceee.org/Eco_design/products/boilers/WD_Energy_Labelling_Space_and_Combi_Heater-2-2-12.pdf

EUROSTAT 2012: PRODCOM; Online verfügbar unter: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/introduction

Fraunhofer 2011: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010; Online verfügbar unter: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-media/docs/e/de/publikationen/GHD-Erhebung_Bericht_Energieverbrauch_2006-2010.pdf

Fraunhofer 2012a: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI): Erstellung von Anwendungsbilanzen für die Jahre 2009 und 2010 für das verarbeitende Gewerbe; Online verfügbar unter: http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=255

Realisierung von Endenergieeinsparungen in Deutschland“ Grote und Feldhusen 2011: Taschenbuch für den Maschinenbau; Berlin – Heidelberg; Springer Verlag (Aufl. 23)

Handwerksordnung (HwO) – Gesetz zur Ordnung des Handwerks: Online verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/hwo/gesamt.pdf

Institut für Internetsicherheit 2010: Aktuelle Phishing-Angriffe auf EU-Emissionshandel zeigen Defizite im Umgang mit sicherheitskritischen Systemen auf; Gelsenkirchen; http://www.internet-sicherheit.de/aktuelles/mitteilungen/nachricht/nachricht-detail/aktuelle-phishing-angriffe-auf-eu-emissionshandel/

Institut für Strömungslehre und Thermodynamik (ISUT) der Universität Magdeburg 2012: Online verfügbar unter: http://www.uni-magdeburg.de/isut/LSS/Lehre/Arbeitsheft/IV.pdf (zuletzt abgerufen am 05.06.2012)

klima:aktiv KMU-Initiative 2011: Auswertung der Ergebnisse der KMU-Scheck-Beratungen für sechs ausgewählte Branchen; September 2011; Verfasser: Energieinstitut der Wirtschaft GmbH; Auftraggeber: Österreichische Energieagentur im Rahmen von klima:aktiv; Die KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung; Online verfügbar unter: www.kmu-initiative.at

klima:aktiv – Energiemanagement in Hotellerie und Gastronomie 2009: http://www.klimaaktiv.at/filemanager/download/52788

klima:aktiv Branchenkonzepte 2010a: Energieeffizienz-Konzept des Bereichs Mahl- und Schälmühlen und Herstellung von Futtermitteln in Österreich; 2010; erstellt von der Österreichischen Energieagentur im Rahmen von klima:aktiv der Klimaschutzinitiative des Lebensministeriums

klima:aktiv Branchenkonzepte 2010b: Energieeffizienz-Konzept für die Holzindustrie in Österreich; 2010; erstellt von der Österreichischen Energieagentur im Rahmen von klima:aktiv der Klimaschutzinitiative des Lebensministeriums

Landesinitiative Zukunftsenergien NRW 2000: Branchenenergiekonzept für die Ernährungsindustrie; Online verfügbar unter:
http://www.branchenenergiekonzepte.de/pdf/Bek_Ernaehrung.pdf

Landesinitiative Zukunftsenergien NRW 2003: Branchenenergiekonzept für Krankenhäuser; Online verfügbar unter:
http://www.branchenenergiekonzepte.de/pdf/BEK_Krankenhaus.pdf

Layer (FfE) et al. 1999: Ermittlung von Energiekennzahlen für Anlagen, Fertigungsverfahren und Erzeugnisse; München; http://www.ffe.de/download/langberichte/Kennzahlen.pdf

Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.a: Benutzer-Handbuch Energy Master plus; Dillenburg; o.V.

Ledwon (TIP Energieberatung) o.J.b: Bestellung; Online Verfügbar unter:
http://www.meisterlich-energiesparen.de

LEEN o.J.: Brief information about setting up local energy efficiency networks with funding from the German Federal Ministry for the Environment; Online verfügbar unter: http://30pilot-netzwerke.de/nw-de/downloads/LEENwebsite.pdf

Maarten Neelis (Ecofys) et al. 2009: Developing Benchmarking Criteria for CO_2 Emissions; Online verfügbar unter:
http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/benchmarking/docs/benchm_co2emiss_en.pdf

Mudgal et al. 2011: Refrigerating and Freezing Equipment; Online verfügbar unter:
http://www.ecofreezercom.org/doc_unprotected/BIO_ENTR%20Lot%201_summary%20document_16052011_final.pdf

NACE Code 2008: Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft; Online verfügbar unter:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-RA-07-015/DE/KS-RA-07-015-DE.PDF

Passivhaus Institut 2012: Passivhausstandard, Online verfügbar unter:
http://www.passiv.de/downloads/03_zertifizierungskriterien_nichtwohngebaeude_de.pdf

RECIPE 2007: EU Projekt Reduced Energy Consumption in Plastics Engineering RECIPE, EIE/04/153/S07.38646, 2007

Statistisches Bundesamt 2011a: Fachserie 4 Reihe 7.2, Handwerkszählung 2008, Produzierendes Gewerbe; Wiesbaden

Statistisches Bundesamt 2011b: Fachserie 6 Reihe 4, Binnenhandel, Gastgewerbe, Tourismus; Wiesbaden

Statistisches Bundesamt 2012a: Fachserie 12 Reihe 6.1.1, Grunddaten der Krankenhäuser; Wiesbaden

Statistisches Bundesamt 2012b: Fachserie 4 Reihe 4.2.1; Produzierendes Gewerbe,; Wiesbaden

Universität Magdeburg (o.J.): Stoffwerte – Wasser; Online verfügbar unter: http://www.uni-magdeburg.de/isut/LSS/Lehre/Arbeitsheft/IV.pdf

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) 2005: VDMA 24199 - Regelungstechnische Anforderungen an die Hydraulik bei Planung und Ausführung von Heizungs-, Kälte-, Trinkwarmwasser- und Raumlufttechnischen Anlagen; Online verfügbar unter: http://www.hydraulischer-abgleich.de/file/VDMA_24199%5B1%5D.pdf

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) 2011: Energieeffizienz von Kälteanlagen, Teil 4; Berlin; Beuth-Verlag

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) 2012: Energieeffizienz Quick Check; Online verfügbar unter: http://www.vdma-effizienz-quickcheck.org

Verein Deutscher Ingenierue (VDI) 2007: VDI 3807 - Energie- und Wasserverbrauchskennwerte fürs Gebäude; Berlin; Beuth-Verlag

Wirtschaftskammer Oberösterreich 2000: Energiekennzahlen und -sparpotenziale in Brauereien erstellt im Auftrag von Wirtschaftskammer OÖ, Ökologische Betriebsberatung & O.Ö. Energiesparverband; 2000

Wirtschaftskammer Oberösterreich 2003: Wirtschaftskammer Oberösterreich: Energiekennzahlen und Energiesparpotentiale in Fleischereien - Branchenkonzept Energie; Online verfügbar unter: http://wko.at/ooe/energie/branchen/fleischer/fl-ges.htm

Glossar

Abszisse: Bezeichnet die waagerechte Achse eines Koordinatensystems.

Benchmark: Vergleichswert, der als Kennzahl oder Zustandsbeschreibung ausgedrückt wird. Die Benchmark kann aus dem Benchmarking entwickelt, oder anhand anderer Quellen berechnet werden (dabei müssen Benchmarking-Grenzen übereinstimmen).

Benchmarking: Prozess der Gewinnung leistungsbezogener Daten vergleichbarer Aktivitäten, der die Identifizierung, Bewertung und den Vergleich von Leistung zwischen oder innerhalb der Einheiten zum Ziel hat.

Benchmarking-Grenze: Beschränkung, der ein Prozess bzw. mehrere miteinander verbundene Prozesse, die Gegenstand des Benchmarkings sind, unterliegen müssen.

Bereich der Sehaufgabe: Beschreibt die Anforderungen an das Auge bzgl. Wahrnehmung von Helligkeits- und Farbkontrasten, Dauer und Geschwindigkeit der Betrachtung etc. Je nach Arbeitsbereich schwankt der Bereich der Sehaufgabe.

Dynamische Viskosität: Beschreibt die Zähflüssigkeit eines Fluids. Dünnflüssige Fluide zeichnen sich durch eine geringe dynamische Viskosität aus.

Endenergie: I.d.R. Sekundärenergie, die in Form von Brenn- und Treibstoffen oder elektrischer Energie beim Endverbraucher ankommt und dort für die Umwandlung in Nutzenergie bereitsteht.

Energieaudit: Prozess zur Erlangung ausreichender Informationen über das existierende Energieverbrauchsprofil einer Anlage/Betriebes/Gebäudes o.ä.

Energiemanagementsystem (EnMS): Umfasst die zur Gestaltung und Implementierung des Energiemanagements erforderlichen Organisations- und Informationsstrukturen einschließlich technischer Hilfsmittel.

Energy Performance Indicator (EPI): Indikator im Benchmarking zur Beurteilung der Energieeffizienz. Im Sinne der Benchmarking-Norm EN 16231 beschreibt der EPI den spezifischen Energiebedarf.

Hydraulische Energie: hier: Strömungs- und Druckenergie, die von einer hydraulischen Anlage (Pumpe) zur Aufrechterhaltung eines Volumenstroms bereitgestellt wird.

Kinematische Viskosität: Bezeichnet das Verhältnis zwischen der dynamischen Viskosität und der vorhandenen Dichte.

Laminare Strömung: Bezeichnet die turbulenzlose Bewegung eines Fluides, bei der sich alle bewegenden Teilchen parallel in Strömungsrichtung bewegen. Wichtige Kennziffer zur Bestimmung einer laminaren Strömung ist die Reynolds-Zahl (RE).

NACE-Code: System zur Klassifizierung von Wirtschaftszweigen in der Europäischen Union. Der Code dient zur einheitlichen Erfassung wirtschaftlicher Aktivitäten statistischer Einheiten.

Nutzenergie: Teil der Energie, die abzüglich jeglicher Verluste beim Verbraucher ankommt und verwendet wird.

Primärenergie: Energie aus sämtlichen natürlich vorhandenen Energiequellen (Wind, Kohle, Holz etc.), ohne Umwandlung durch den Menschen.

Prozess: Folge von Aktivitäten, die zu einem Endzustand führt. Eingabeeinheiten werden im Rahmen der Aktivitäten eines Prozesses zu Ausgabeeinheiten umgewandelt.

Produktionsprozess: Alle Prozesse im Betrieb, die zur Herstellung eines Produkts bzw. der Bereitstellung einer Dienstleistung ausgeführt werden.

RECIPE Projekt: Das Reduced Energy Consumption in Plastics Engineering Projekt versucht durch die Einführung neuer bester Verfahren den Energiebedarf in der plastikverarbeitenden Industrie zu verringern.

Reynoldszahl: Zeigt das Verhältnis von destabilisierenden und stabilisierenden Einflüssen auf und bezeichnet somit die Charakteristika einer Strömung. Sie gibt an, ob eine Strömung laminar oder turbulent ist.

Rohrreibungszahl: Dimensionslose Beschreibung des Druckverlusts bei einer Strömung durch Rohrreibung.

Sekundärenergie: Energie, die durch Umwandlung von Primärenergie gewonnen wird. I.d.R. Brenn- und Treibstoffe sowie elektrische Energie.

Spezifischer Energiebedarf: Verhältnis zwischen Energieeinsatz und erzeugtem Hauptnutzen.

Systemgrenze: Beschränkung, innerhalb derer ein Prozess oder mehrere miteinander verbundene Prozesse betrachtet werden

Systemlichtausbeute: Der Quotient aus abgegebenem Lichtstrom eines Beleuchtungssystems und der zugeführten elektrischen Leistung.

Spezifischer Heizwärmebedarf: Bedarf an Nutzenergie für die Beheizung eines Raumes/Gebäudes pro Quadratmeter und Jahr.

Transmission: Wärmeverlust, der durch die Wärmeleitung von Wänden, Fenstern und Wärmebrücken entsteht.

Turbulente Strömung: Im Unterschied zur laminaren Strömung bewegen sich die Teilchen des Fluides ungeordnet fort. Daraus resultieren Druckunterschiede innerhalb des Fluides. Dies hat eine höhere Reibung zur Folge als bei laminarer Strömung.

Volumenstrom: Bezeichnet das Volumen eines Stoffes (z. B. Luft oder Wasser), das in einer bestimmten Zeit, mit einer bestimmten Geschwindigkeit über eine bestimmte Fläche strömt.

Anhang I: Foliensätze zum Fachgespräch

Intelligente Messsysteme:
neue Chancen für
Energieeffizienz-Benchmarking?

Wirt.-Ing. Georg Ratjen, M.Sc.
24. Oktober 2012



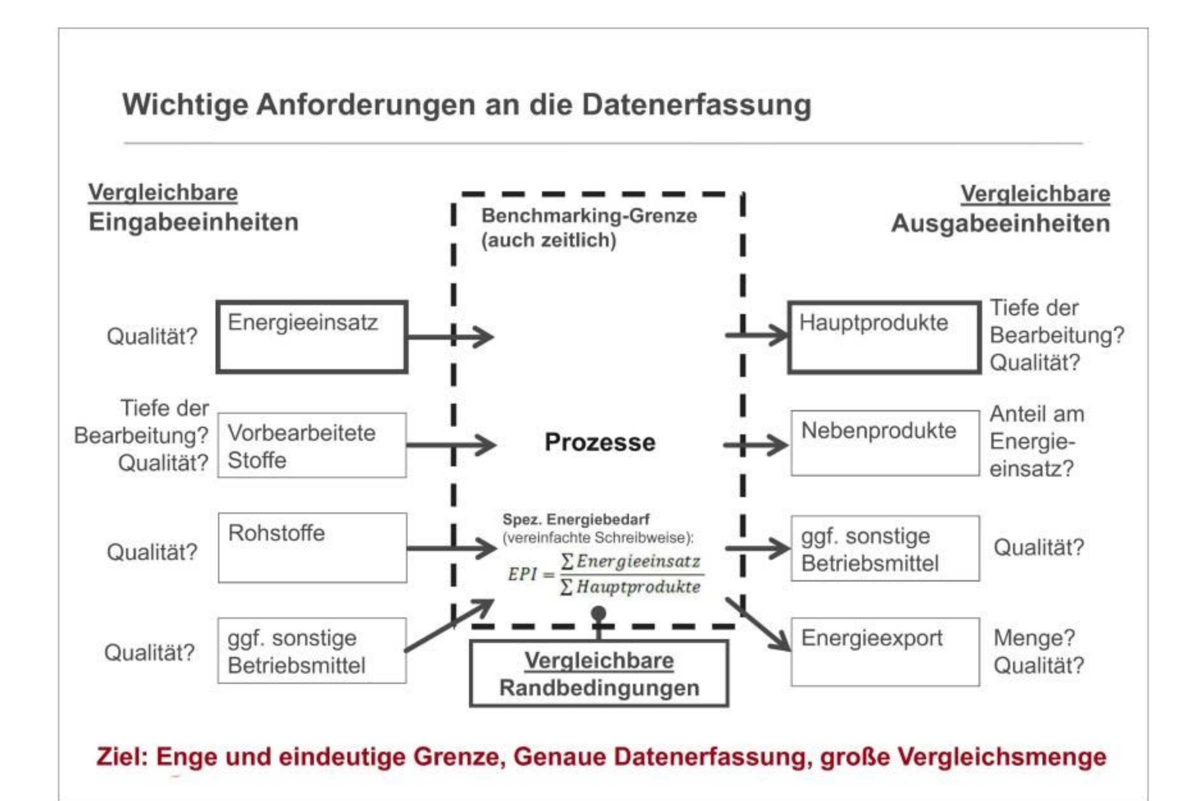
Wichtige Anforderungen an Energieeffizienz-Benchmarking

bzgl. Datenerfassung:

- Beachtung einer engen und eindeutigen Benchmarking-Grenze
- Genauigkeit/Vollständigkeit der Datenerfassung
- Genügend große Vergleichsmenge

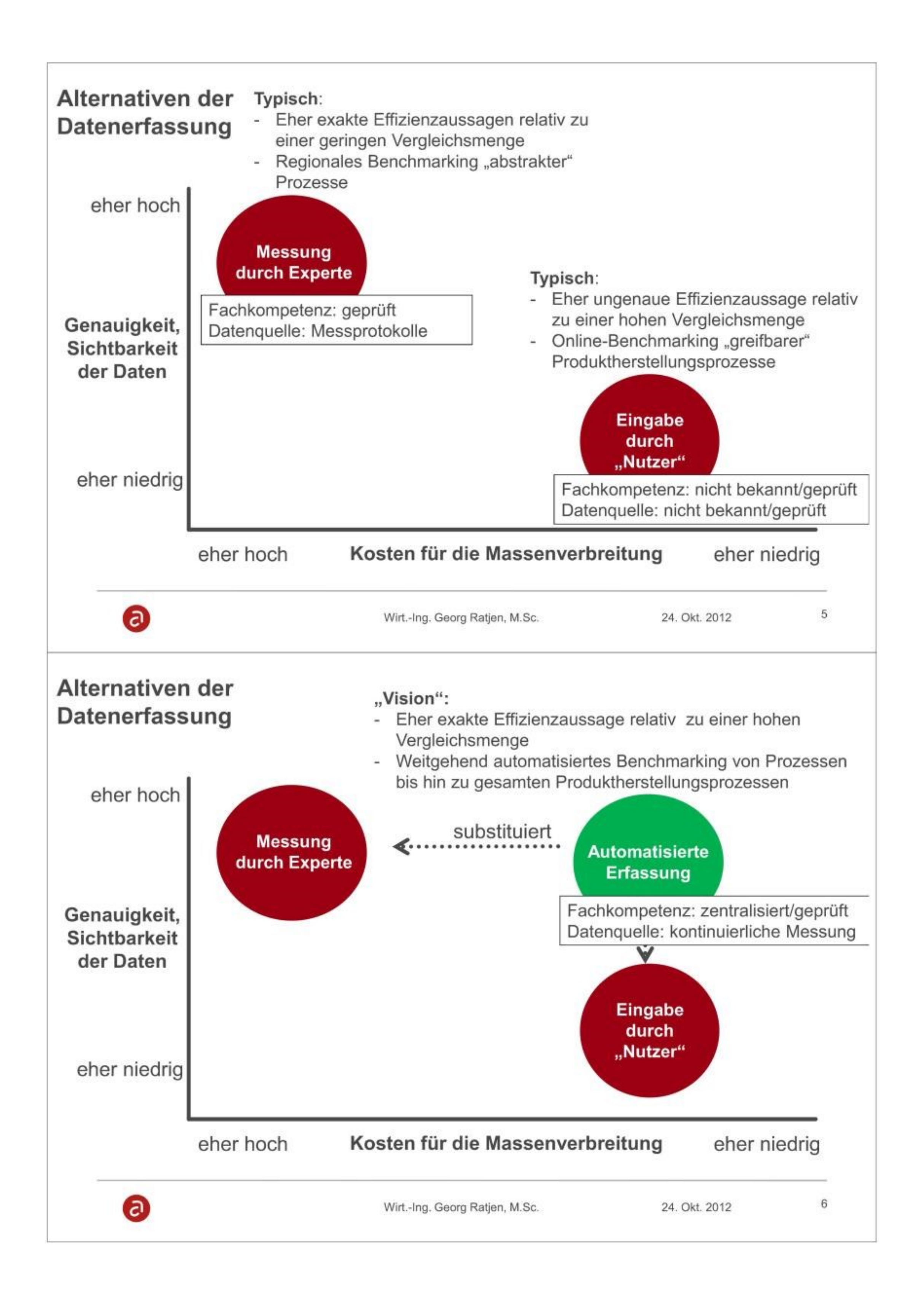


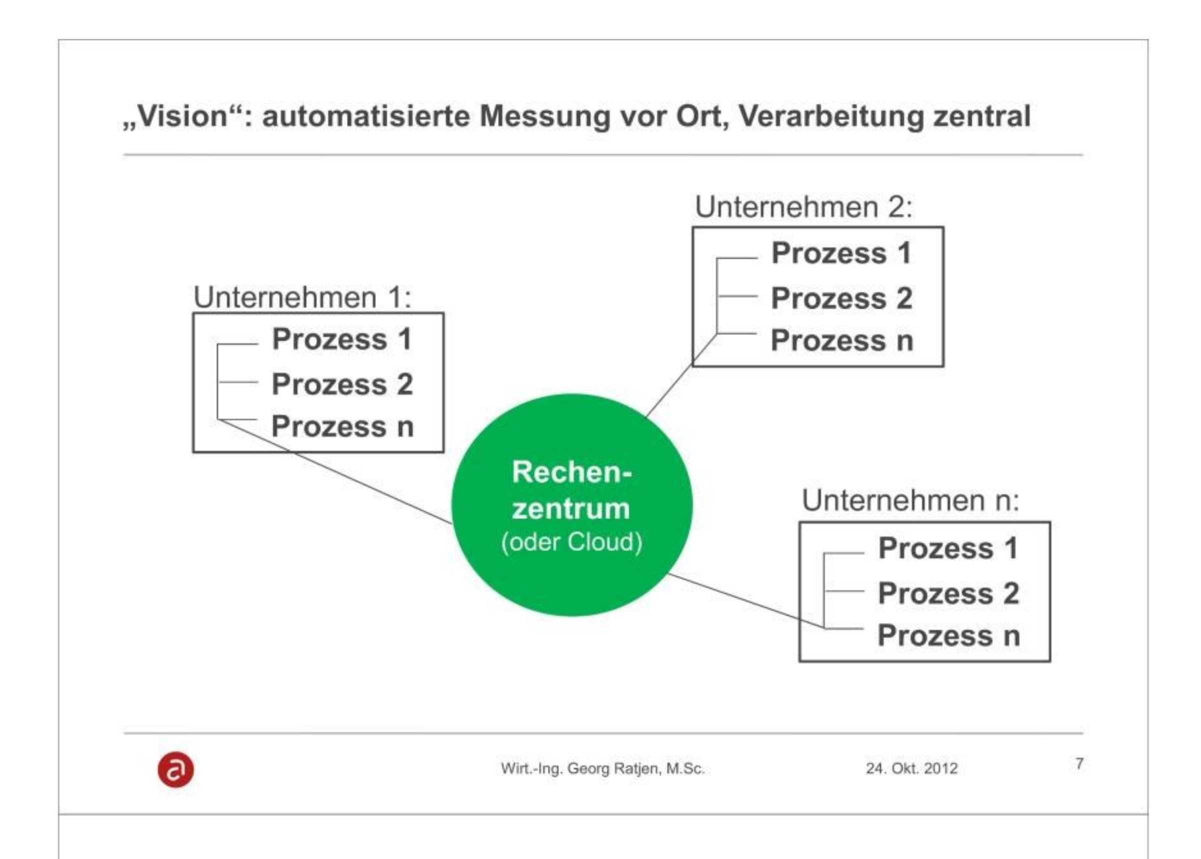
Wirt.-Ing. Georg Ratjen, M.Sc. 24. Okt. 2012 2



Beispiele für Energieeffizienz-Benchmarking

Beispiele für EE-Benchmarking	Eingabe durch Nutzer	Messung durch Experte
Benchmarking einzelner Prozesse (z.B. in Querschnittstechniken)		- Benchmarking im Rahmen von LEEN
Benchmarking gesamter Produktherstellungs-prozesse	- Simple-Benchmark im Rahmen von Klimaaktiv - Branchenbenchmarking Energieagentur NRW, - Energie-Sparprogramm Energiekampagne Gastgewerbe	- Benchmarking im EU ETS - Benchmarking Japan - Benchmarking-Pakt Niederlande


Alternativen der Datenerfassung
Typisch:
- Eher exakte Effizienzaussagen relativ zu einer geringen Vergleichsmenge
- Regionales Benchmarking „abstrakter“ Prozesse
eher hoch
Messung durch Experte
Fachkompetenz: geprüft
Datenquelle: Messprotokolle
Typisch:
- Eher ungenaue Effizienzaussage relativ zu einer hohen Vergleichsmenge
- Online-Benchmarking „greifbarer“ Produktherstellungsprozesse
Genauigkeit, Sichtbarkeit der Daten
Eingabe durch „Nutzer“
eher niedrig
Fachkompetenz: nicht bekannt/geprüft
Datenquelle: nicht bekannt/geprüft
eher hoch
Kosten für die Massenverbreitung
eher niedrig
Wirt.-Ing. Georg Ratjen, M.Sc.
24. Okt. 2012
5
Alternativen der Datenerfassung
„Vision“:
- Eher exakte Effizienzaussage relativ zu einer hohen Vergleichsmenge
- Weitgehend automatisiertes Benchmarking von Prozessen bis hin zu gesamten Produktherstellungsprozessen
eher hoch
Messung durch Experte
substituiert
Automatisierte Erfassung
Fachkompetenz: zentralisiert/geprüft
Datenquelle: kontinuierliche Messung
Genauigkeit, Sichtbarkeit der Daten
Eingabe durch „Nutzer“
eher niedrig
eher hoch
Kosten für die Massenverbreitung
eher niedrig
Wirt.-Ing. Georg Ratjen, M.Sc.
24. Okt. 2012
6



Verzahnung intelligenter Messsysteme mit Benchmarking

Chance:

- Automatisierte vor-Ort Erfassung in Verbindung mit zentraler Verarbeitung von Daten
- Enge und eindeutige Benchmarking-Grenzen bei genügend großer Vergleichsmenge und hoher Datengenauigkeit

Nutzen:

- Identifikation/Quantifizierung von Energieeffizienzpotentialen
- Sekundengenaues Nutzerfeedback, Mustererkennung
- Beurteilung des Energieeffizienzfortschritts



Wirt.-Ing. Georg Ratjen, M.Sc. 24. Okt. 2012 8

Verzahnung intelligenter Messsysteme mit Benchmarking

Risiko:

- Direkte Rückschlüsse auf Prozesse (und des Nutzerverhaltens) möglich. → umfassender Datenschutz notwendig
- Gefahr des Irrglaubens, dass keine Koordination mehr notwendig sei (vor allem bzgl. Benchmarking-Grenzen)

Grenzen:

- Messung der Bezugsgröße nach wie vor problematisch (aber Technologietreiber: Condition-Monitoring, Energiecontrolling, DSM)
- Bzgl. Intelligente Messsysteme nach EU: Erfassung der einzelnen Verbraucher (Sub-Meetering) nicht in Mindestanforderungen.



Wirt.-Ing. Georg Ratjen, M.Sc. 24. Okt. 2012 9

Handlungsempfehlungen:

- Vernetzung der Forschungs-Communities:
  →Benchmarking und Messsysteme gemeinsam angehen
- Pilot-Vorhaben automatisiertes Benchmarking
  → Erfahrungen sammeln
- Auf EU-Ebene: Berücksichtigung von Benchmarking als weiteren Nutzenaspekt intelligenter Messsysteme



Wirt.-Ing. Georg Ratjen, M.Sc. 24. Okt. 2012 10



Austrian Energy Agency

Benchmarking im betrieblichen Energiemanagement

Petra Lackner, Österreichische Energieagentur
Armin Zingerle, netconnect
24. Oktober, Berlin

Austrian Energy Agency | 02/11/12 | Seite 1



Zweck des Benchmarkings

- BM als Instrument der Bewusstseinsbildung
  - v.a. für Gewerbebranchen (KMUs)
  - Neugier wecken: „Wo liege ich im Branchenvergleich?“
  - Sollte mit Angeboten zur Verbesserung der Energieeffizienz verbunden sein. Z.B. Beratungsangebote, Best Practice Beispiele, Fördermöglichkeiten etc.
- BM als Instrument für Zielvorgaben
- **BM als Instrument des Energiemanagements**



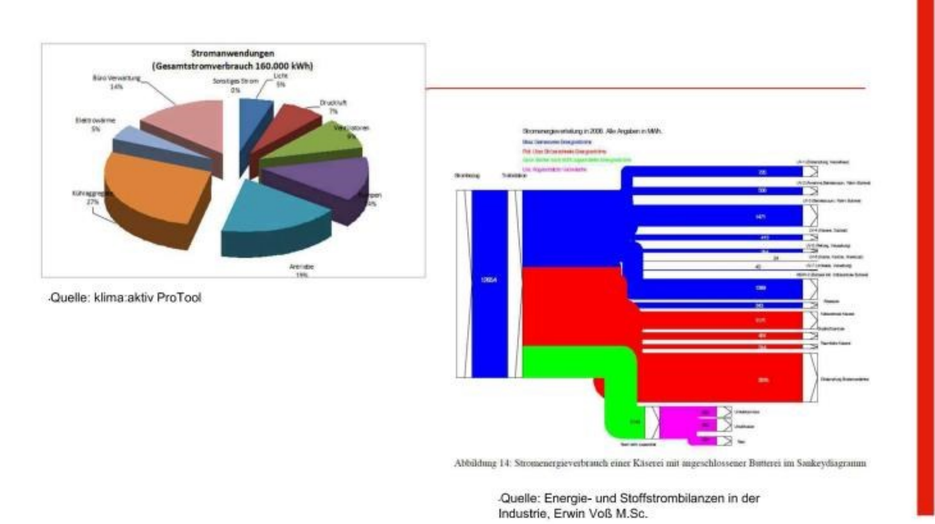
Benchmarking in der Energiemanagement Norm

die ISO 50001 fordert

- die Ermittlung und Bewertung aller Bereiche mit wesentlichem Energieverbrauch (Energy review [4.4.3] - energetische Bewertung)
- aufbauend auf der erstmaligen energetischen Bewertung die Festlegung und Dokumentation einer „energetischen Ausgangsbasis“ (Energy baseline [4.4.4] - energetische Ausgangsbasis)
- Auf dieser Basis muss das Unternehmen auch Energieleistungskennzahlen einführen, die regelmäßig mit der energetischen Ausgangsbasis verglichen werden (Energy performance indicators [4.4.5])

Hauptenergieverbraucher





Quelle: klima:aktiv ProTool

Abbildung 14: Stromenergieverbrauch einer Käserei mit angeschlossener Butterei im Sankeydiagramm

Quelle: Energie- und Stoffstrombilanzen in der Industrie, Erwin Voß M.Sc.



ISO Technical Committee 242 Approved Work Items (AWI)

TC 242 Energy Management hat die ISO 50001 erstellt
Für Benchmarking relevante Arbeitsgruppen:

ISO/AWI 17570

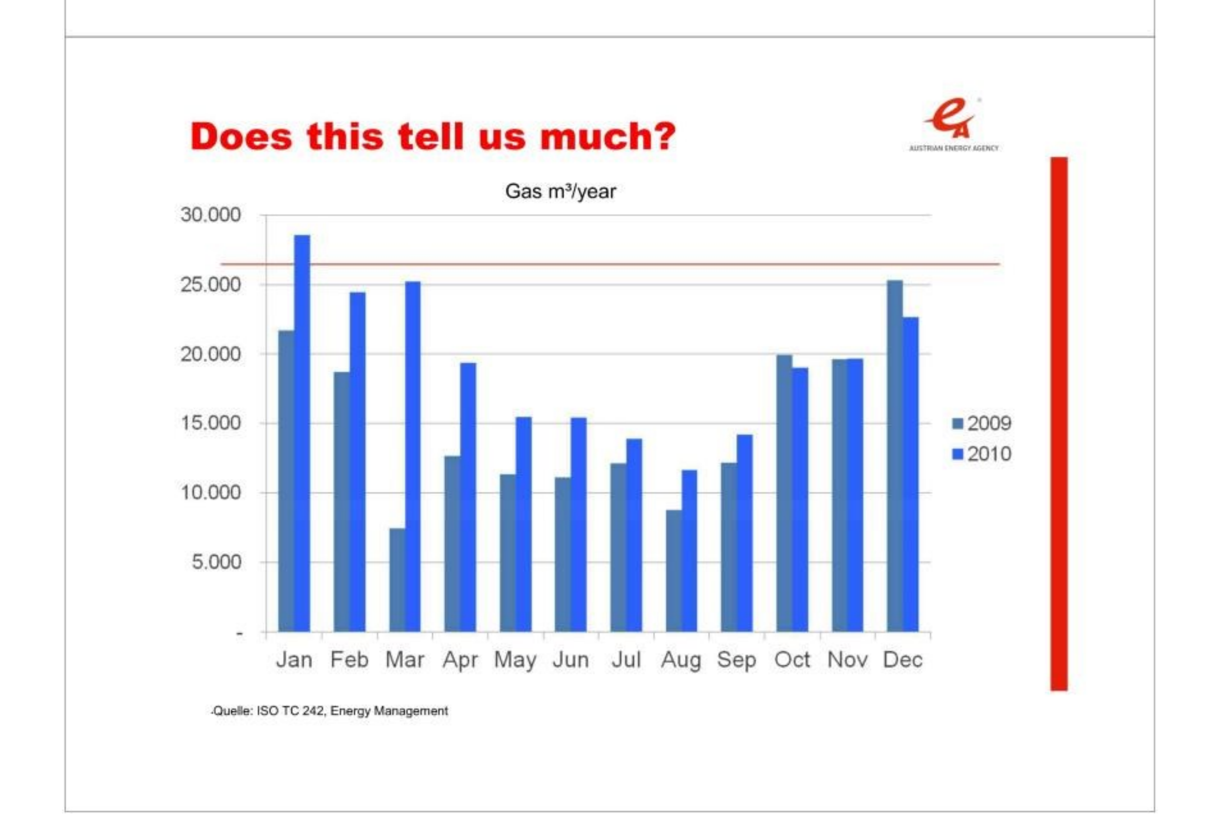
- Energy Baseline General Principles and Guidance

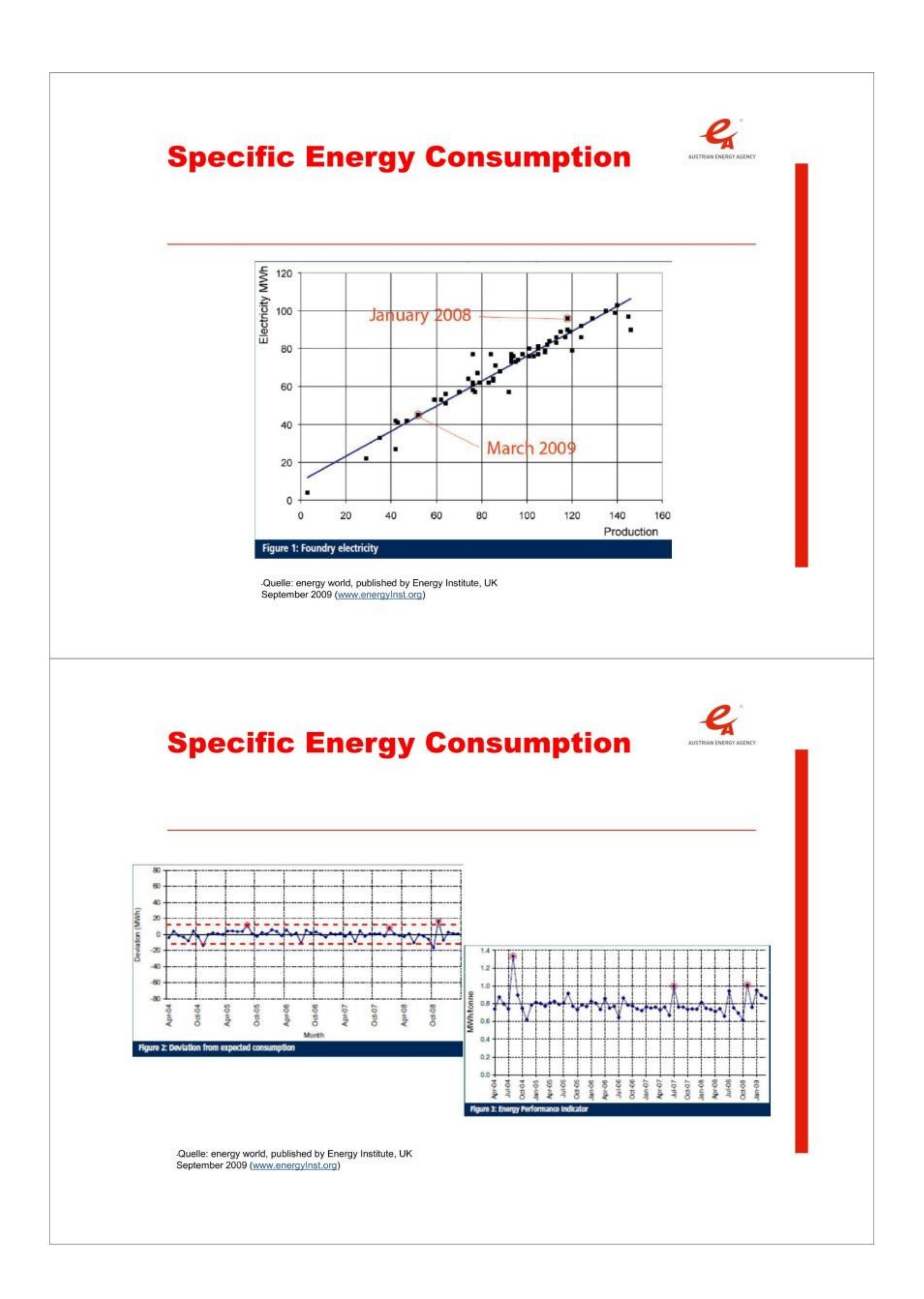
ISO/AWI 17578

- Energy Performance Indicators (EnPIs) General Principles and Guidance

ISO/AWI 17580

- Monitoring, measurement, analysis and verification of organizational energy performance




Specific Energy Consumption
AUSTRIAN ENERGY AGENCY
Electricity MWh
January 2008
March 2009
Production
Figure 1: Foundry electricity
Quelle: energy world, published by Energy Institute, UK
September 2009 (www.energyInst.org)
Specific Energy Consumption
AUSTRIAN ENERGY AGENCY
Deviation (MWh)
Month
Figure 2: Deviation from expected consumption
MWh/tonne
Figure 3: Energy Performance Indicator
Quelle: energy world, published by Energy Institute, UK
September 2009 (www.energyInst.org)

Example: Driver and Energy consumption

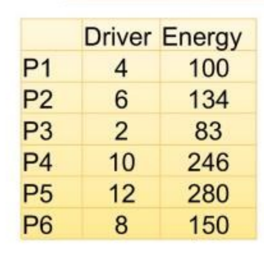


	Driver (z.B. Stück)	Energy (kWh)
P1	4	100
P2	6	134
P3	2	83
P4	10	246
P5	12	280
P6	8	150

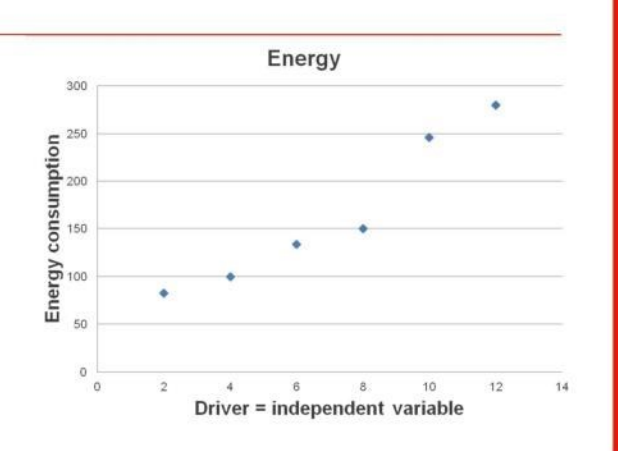
Quelle: ISO TC 242, Energy Management

Energy Variables

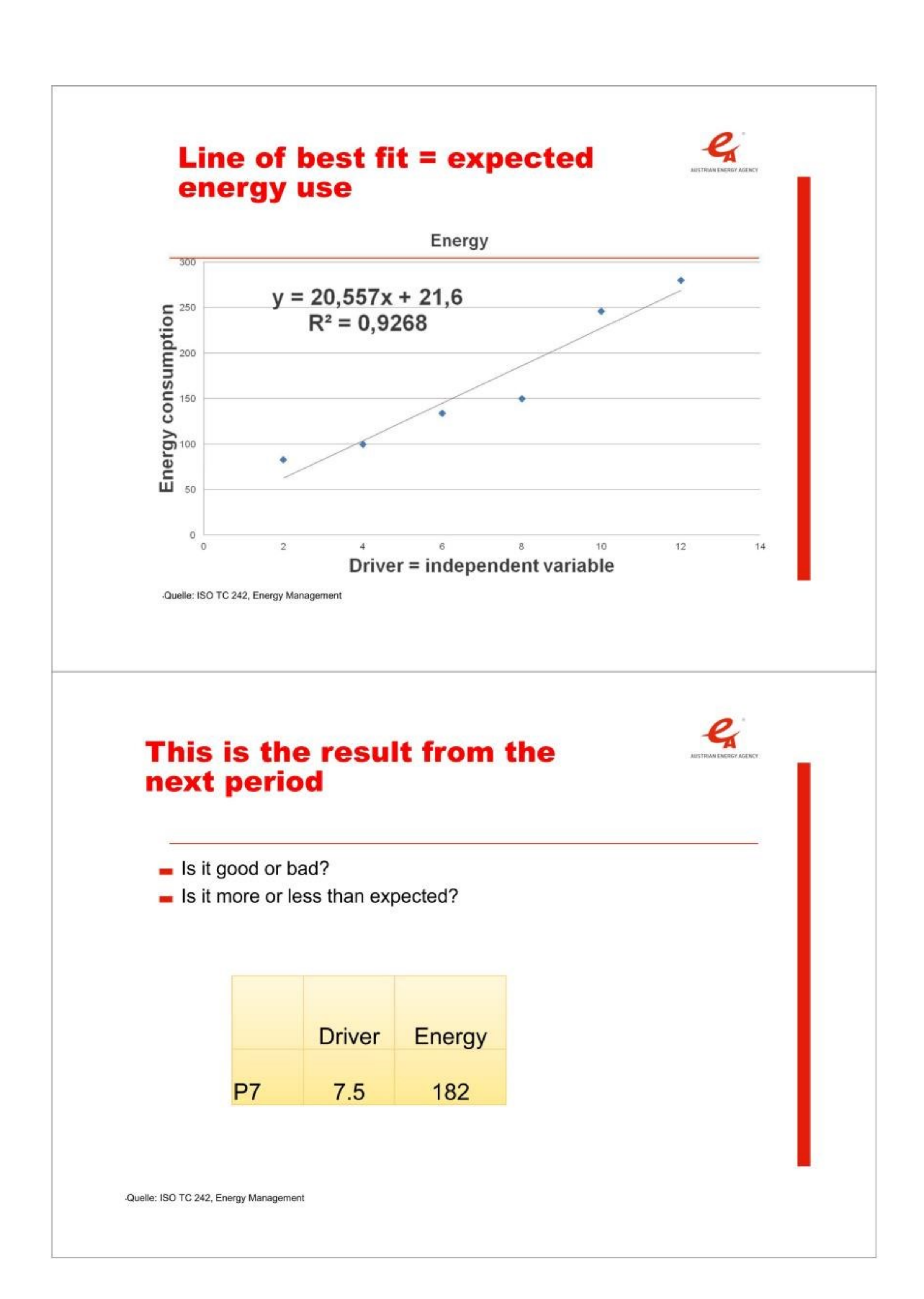


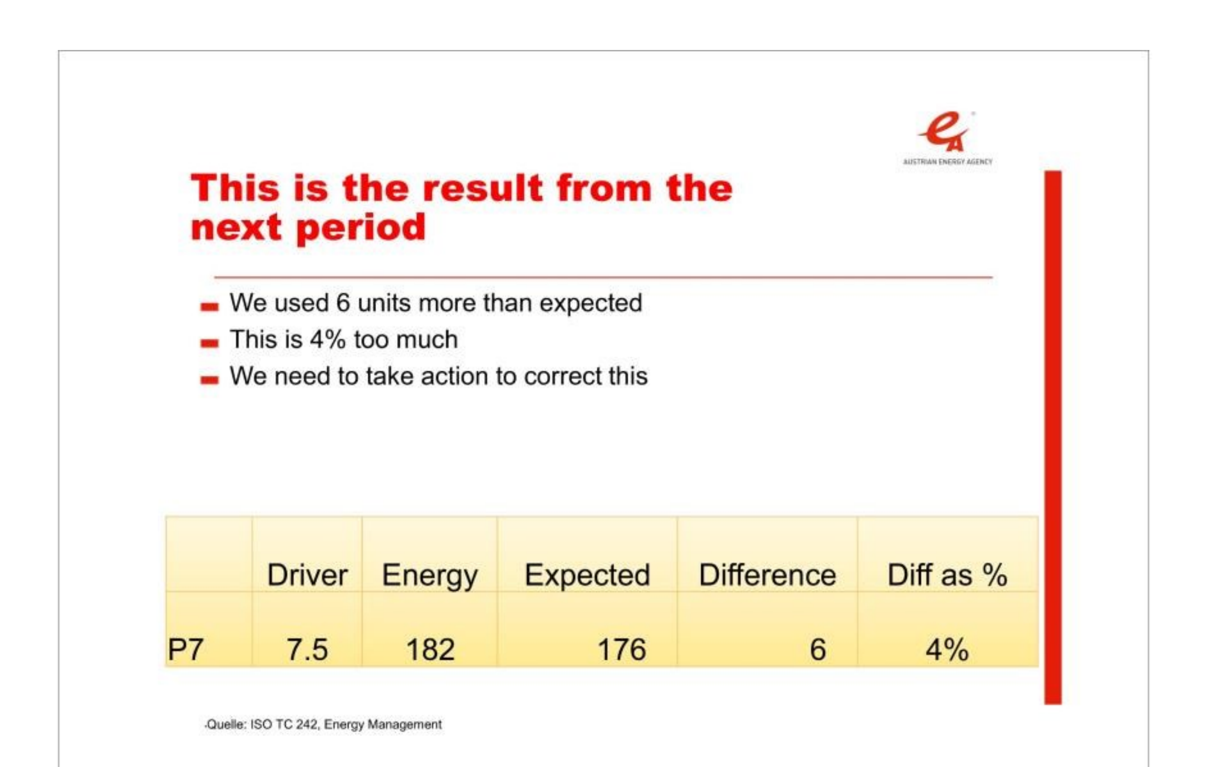


	Driver	Energy
P1	4	100
P2	6	134
P3	2	83
P4	10	246
P5	12	280
P6	8	150



Quelle: ISO TC 242, Energy Management


Line of best fit = expected energy use
AUSTRIAN ENERGY AGENCY
Energy
y = 20,557x + 21,6
R² = 0,9268
Energy consumption
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
14
Driver = independent variable
Quelle: ISO TC 242, Energy Management
This is the result from the next period
AUSTRIAN ENERGY AGENCY
Is it good or bad?
Is it more or less than expected?
Driver
Energy
P7
7.5
182
Quelle: ISO TC 242, Energy Management



	Driver	Energy	Expected	Difference	Diff as %
P7	7.5	182	176	6	4%

Case study bakery

AUSTRIAN ENERGY AGENCY

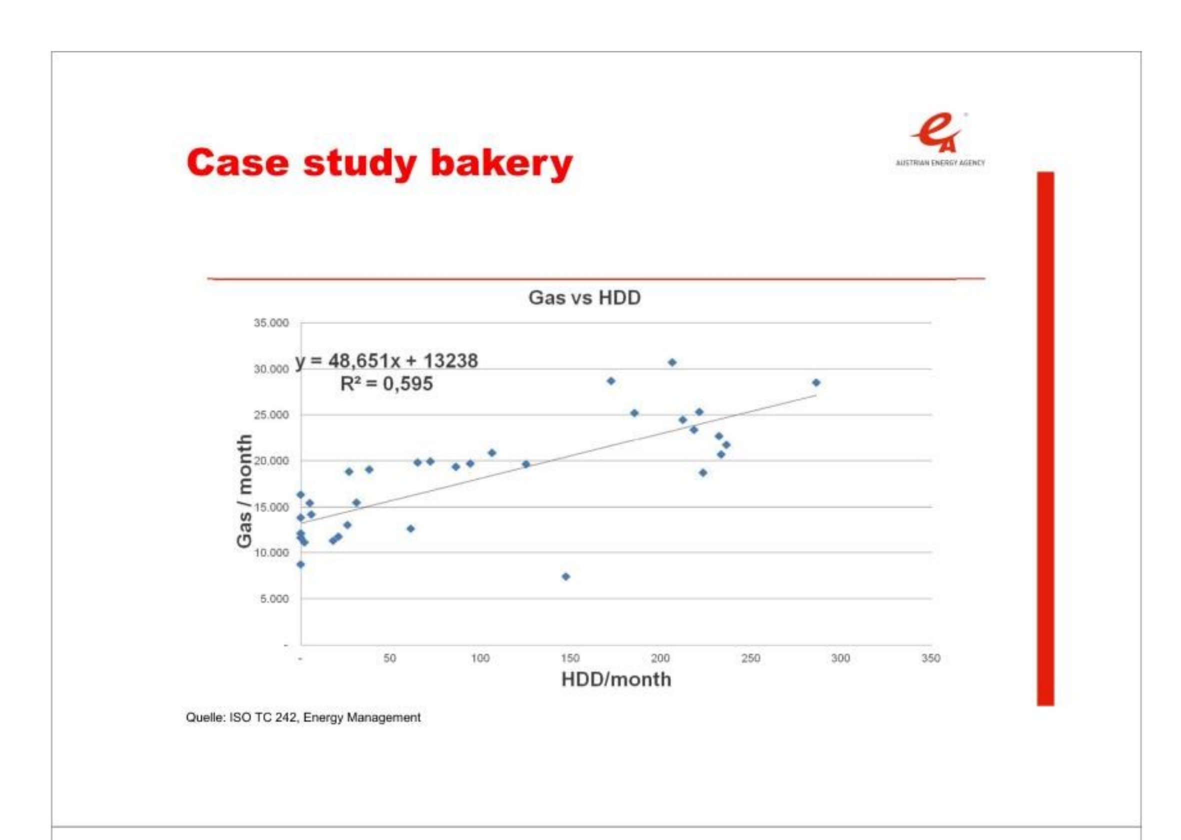
Gas vs Production

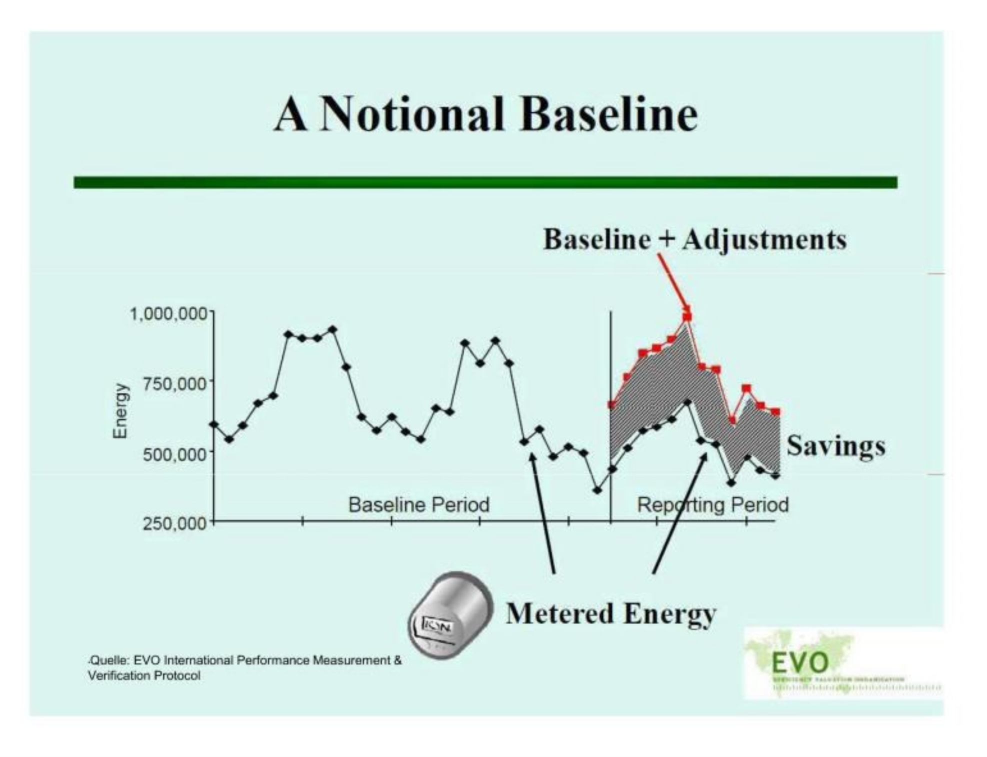
$y = 0,9313x + 12207$
$R^2 = 0,0682$

Gas (m3/month): 35.000, 30.000, 25.000, 20.000, 15.000, 10.000, 5.000, -

Production (units/month): -, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 5.000, 6.000, 7.000, 8.000, 9.000

Quelle: ISO TC 242, Energy Management


Case study bakery
AUSTRIAN ENERGY AGENCY
Gas vs HDD
y = 48,651x + 13238
R² = 0,595
Gas / month
HDD/month
35.000
30.000
25.000
20.000
15.000
10.000
5.000
-
50
100
150
200
250
300
350
Quelle: ISO TC 242, Energy Management


A Notional Baseline
Baseline + Adjustments
1,000,000
750,000
500,000
250,000
Energy
Baseline Period
Reporting Period
Savings
Metered Energy
Quelle: EVO International Performance Measurement & Verification Protocol
EVO

Benchmarking im US Energy Star Programm für Industrie



- ENERGY STAR Zertifizierung für Industriebetriebe: Energieeffizienzwert muss mindestens 75% betragen
- Pro Branche wird eine „optimale Anlagenkurve“ erstellt (100% Effizienz nach BAT)
- Effiziente Anlage nach ENERGY STAR:
  - Definiert nach den Werten einer Anlage auf dem 75. Perzentil
- Durchschnittliche Anlage nach ENERGY STAR:
  - Definiert nach den Werten einer Anlage auf dem 50. Perzentil
- Betrieb gibt relevante Werte ein und erhält seinen EPI abgestimmt auf seine Anlagencharakteristika.

-Quelle: ISO TC 242, Energy Management



Benchmarking:
geeignete Grundlage für Zielvorgaben?

Fachgespräch: "Perspektiven für Energieeffizienz Benchmarking"

Berlin, 24. Oktober 2012

Dipl.-Ing. (FH) Silas Schürmann, adelphi

Energieeinsparpotential und Hemmnisse bei der Nutzung



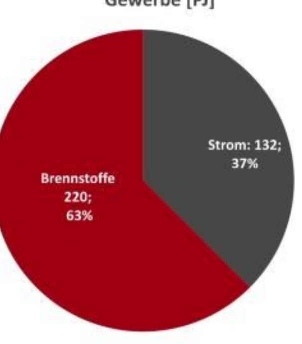
Endenergieeinsparpotential der deutschen Industrie: 352 PJ, etwa 14%

→ Wichtige Hemmnisse im Sektor:

- Finanzielle Hemmnisse
- Informationsdefizite
  - Einsparpotentiale sind nicht bekannt und werden unterschätzt
  - Fehlendes Know-how im Bereich der System-, und Prozessoptimierung

→ Beschränkte Wirksamkeit von staatlichen Instrumenten

Wirtschaftlich erschließbares Einsparpotential im produzierenden Gewerbe [PJ]



Ist Benchmarking eine sinnvolle Ergänzung von staatlichen Instrumenten die auf eine optimierte Nutzung von Energieeffizienzpotentialen zielen?

Niederlande: Benchmarking Covenant (Benchmarking Pakt)



Übersicht

Zeitraum	1999 – 2012
Motivation	Regierung: Vereinbarungen aus dem Kyoto Protokoll einhalten Industrie: Kosten sparen
Teilnahme	Freiwillig
Einschränkungen	• Energieerzeuger ab einer bestimmten Größe • Ausgewählte Branchen mit einem Energiebedarf > 0,5 PJ/a
Benchmark	• 40 Benchmarking Studien • 100 Best Practice Studien • 50 Audits
Kosten	*20.000€ - 40.000 € pro Benchmark*
Ergebnisse	• Hohe Beteiligung, mehr als 85% der Zielgruppe (Verbrauch von ~ 1100 PJ/a total) • Ziele werden erreicht (Einsparung ~ 100 PJ/a)

3

Niederlande: Benchmarking Covenant (Benchmarking Pakt)



Prozess

Benchmark festlegen

Alle 4 Jahre:

- Festlegen durch unabhängige Berater
- Prüfung und Freigabe durch das unabhängige "Verification Office"

Energieeffizienz-plan vorbereiten und prüfen

- Vorbereiten durch Unternehmen
- Prüfung durch "Verification Office"

Monitoring & Reporting

Jedes Jahr:

- Durch das Unternehmen
- An "Verification Office" und Benchmarking Kommission

4

Japan: „Energieeffizienz Benchmarking in der Industrie“

Übersicht

Zeitraum	Seit 2009 (1979 – Energy Conservation Act)
Motivation	• Allgemein gültiger Standard für die Beurteilung von EE • EE Unternehmen nicht durch Vorgaben des EE Gesetzes belasten
Teilnahme	Verpflichtend
Einschränkungen	3 energieintensive Sektoren
Benchmark	Die besten 10%-20% des Subsektors (regelmäßig angepasst)
Ergebnisse	• Wurde auf 5 Sektoren ausgeweitet • Soll auch in weiteren Branchen angewendet werden

5

Japan: „Energieeffizienz Benchmarking in der Industrie“

Prozess: Jährlicher Report an das zuständige Ministerium

Unternehmen

Vor Ort Prüfung

Bericht

Ministerium

Verstoß

1. Warnung

2. Offenlegung

3. Geldstrafen

6

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels



Übersicht

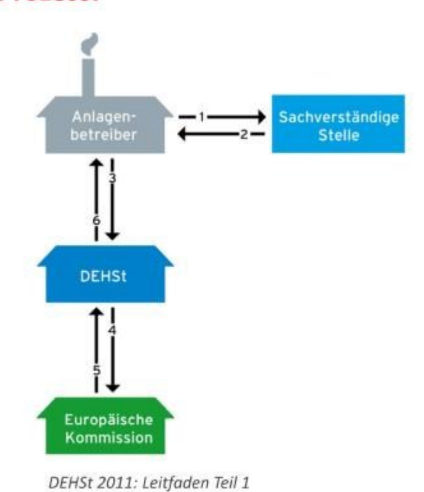
Zeitraum	Ab Handelsperiode 2013 – 2020
Motivation	Altes System wurde als ungerecht wahrgenommen
Teilnahme	Verpflichtend
Einschränkungen	Emissionshandelspflichtige Sektoren
Benchmark	• Beste 10% entwickelt aus historischen Daten differenziert nach ca. 50 Produktgruppen (t CO2/t Produkt)
Kosten	*~ 100.000€/Benchmark*
Ergebnisse	• Noch keine Ergebnisse, erst ab Handelsperiode 2013-2020

7

Benchmarking im Zuge des europäischen Emissionshandels



Prozess:



DEHSt 2011: Leitfaden Teil 1

Hohe Anforderungen an:

- Transparenz des Verfahrens
- Qualität der Benchmarks
- Qualität der erhobenen Daten
- Datensicherheit

8

Zusammenfassung der Beispiele



- Benchmarking für freiwillige oder verpflichtende Zielvorgaben
- Auswahl der Methode:
  - Notwendigkeit den Status von Energieeffizienz zu differenzieren
  - Benchmarking ist gerechter als pauschale Einsparverpflichtungen
- Einschränkung auf energieintensive Industrie
- Benchmarking kann hohe Qualitätsanforderungen erfüllen
- Benchmarks werden zum Teil auch durch andere Methoden als Benchmarking ermittelt
- Einbindung von Interessenvertretern der Betroffenen und von unabhängigen Beratern

9

Instrumente zur Realisierung von Energieeinsparungen



Handlungsfelder in der Industrie	Staatliche Instrumente zur Realisierung von Energieeinsparungen				
	Einsparquoten-verpflichtung	Finanzielle Förderung	Steuer-vergünstigungen	Verschärfte/neue Instrumente des Ordnungsrechts	Information und Beratung
Querschnittstechnologien - Einsatz bester verfügbarer Technologie	++	+	+	++	+
Querschnittstechnologien - Optimierte Betriebsführung	--	--	--	--	++
Prozesstechnologien - Einsatz bester verfügbarer Technologie	-	o	-	+	o
Prozesstechnologien - Optimierte Betriebsführung	--	--	--	--	+
Prozesstechnologien - Abwärmerückgewinnung	o	o	o	+	+
Prozesstechnologien – Prozessinnovationen	--	-	--	--	o

Bewertungskategorien: von „- -“ völlig ungeeignet über „0“ neutral bis „++“ sehr geeignet

→ Die existierenden Instrumente sind nur teilweise geeignet die Probleme der Unternehmen zu adressieren

10

Instrumente zur Realisierung von Energieeinsparungen



Handlungsfelder in der Industrie	Staatliche Instrumente zur Realisierung von Energieeinsparungen				
	Einsparquoten-verpflichtung	Finanzielle Förderung	Steuer-vergünstigungen	Verschärfte/neue Instrumente des Ordnungsrechts	Information und Beratung
Querschnittstechnologien - Einsatz bester verfügbarer Technologie	++	+	+	++	+
Querschnittstechnologien - Optimierte Betriebsführung	--	--	--	--	++
Prozesstechnologien - Einsatz bester verfügbarer Technologie	-	o	-	+	o
Prozesstechnologien - Optimierte Betriebsführung	--	--	--	--	+
Prozesstechnologien - Abwärmerückgewinnung	o	o	o	+	+
Prozesstechnologien – Prozessinnovationen	--	-	--	--	o

Bewertungskategorien: von „- -" völlig ungeeignet über „0" neutral bis „++" sehr geeignet

→ Mit Benchmarking ermittelte Richt- und Zielwerte können die Wirksamkeit der vorhandenen Instrumente verbessern

→ Benchmarking kann auch als Informationsinstrument genutzt werden

11

Chancen und Erfolgsfaktoren von Benchmarking für Zielvorgaben



Benchmarking:

- Wird erfolgreich für Zielvorgaben genutzt
- Eignet sich für die Beurteilung von komplexeren Prozesstechnologien und Betriebsführung
- Kann durch aussagekräftige Ziel- und Richtwerte bestehende Instrumente verbessern
- Kann auch als Informationsinstrument eingesetzt werden

- Kosten/Nutzen
- Akzeptanz der Betroffenen
- Qualitätssicherung
- Sichere Rechtsgrundlage

12

Weiterführende Fragen

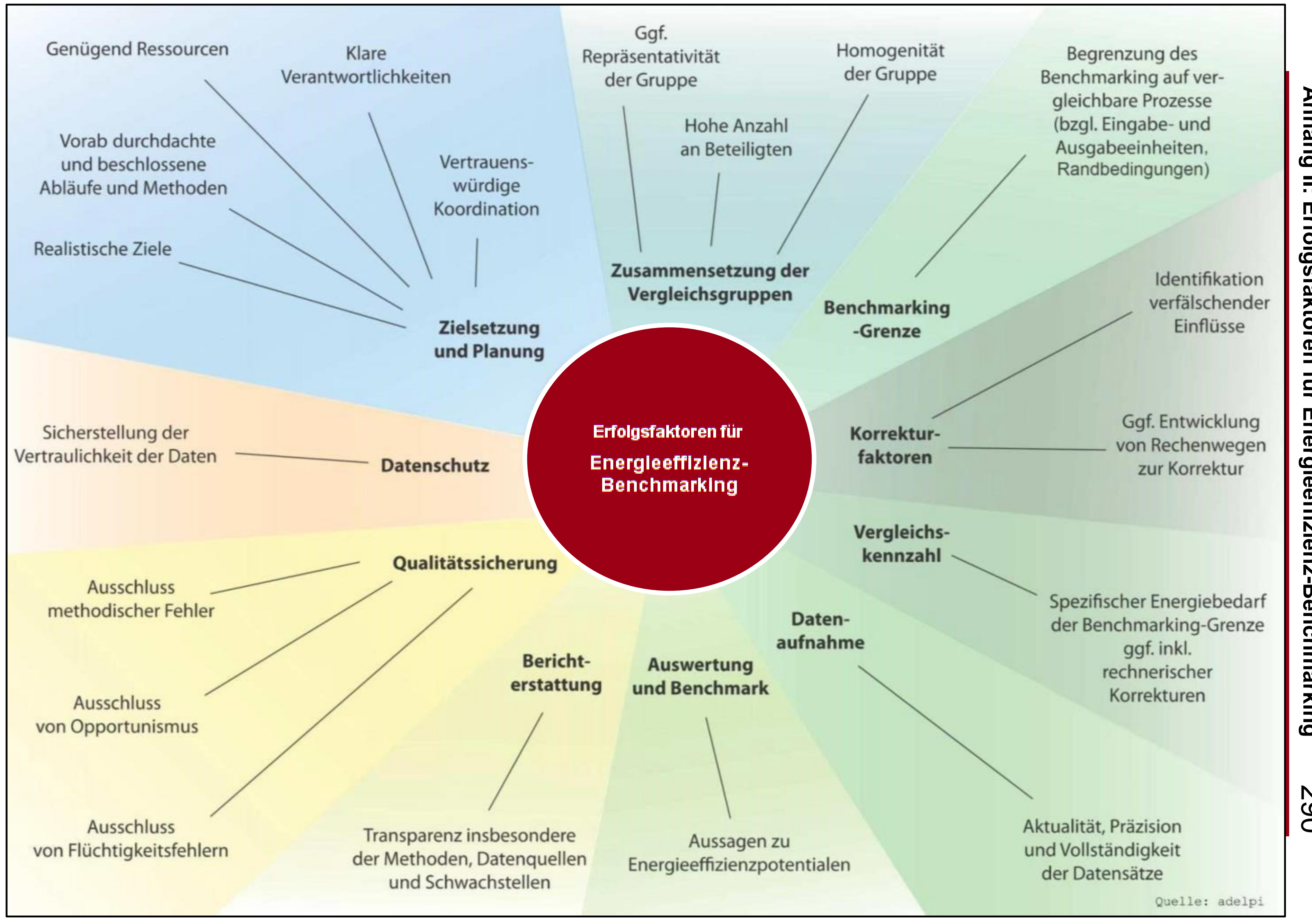


Nutzung bestehender Instrumente und Daten

- Kann auf der Basis des Benchmarkings im Emissionshandel ein EE Benchmarking System entwickelt werden?
- Können Daten aus bestehenden Instrumenten für Benchmarking weiterverwendet werden (z.B. KfW Energieberatung im Mittelstand)?

Optimierung von bestehenden Instrumenten

- Welche staatlichen Instrumente können besonders von Benchmarking profitieren?
- Welche Handlungsfelder für die Steigerung von Energieeffizienz lassen sich durch Benchmarking adressieren?


Erfolgsfaktoren für Energieeffizienz-Benchmarking
Zielsetzung und Planung
Genügend Ressourcen
Klare Verantwortlichkeiten
Vorab durchdachte und beschlossene Abläufe und Methoden
Vertrauens-würdige Koordination
Realistische Ziele
Zusammensetzung der Vergleichsgruppen
Ggf. Repräsentativität der Gruppe
Hohe Anzahl an Beteiligten
Homogenität der Gruppe
Benchmarking -Grenze
Begrenzung des Benchmarking auf ver-gleichbare Prozesse (bzgl. Eingabe- und Ausgabeeinheiten, Randbedingungen)
Korrektur-faktoren
Identifikation verfälschender Einflüsse
Ggf. Entwicklung von Rechenwegen zur Korrektur
Vergleichs-kennzahl
Spezifischer Energiebedarf der Benchmarking-Grenze ggf. inkl. rechnerischer Korrekturen
Daten-aufnahme
Aktualität, Präzision und Vollständigkeit der Datensätze
Auswertung und Benchmark
Aussagen zu Energieeffizienzpotentialen
Bericht-erstattung
Transparenz insbesondere der Methoden, Datenquellen und Schwachstellen
Qualitätssicherung
Ausschluss methodischer Fehler
Ausschluss von Opportunismus
Ausschluss von Flüchtigkeitsfehlern
Datenschutz
Sicherstellung der Vertraulichkeit der Daten
Quelle: adelpi